

Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido

Roseli Freire de Melo
Tadeu Vinhas Voltolini
Editores técnicos



Embrapa

AGRICULTURA FAMILIAR

dependente de chuva no Semiárido

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Semiárido
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

AGRICULTURA FAMILIAR dependente de chuva no Semiárido

*Roseli Freire de Melo
Tadeu Vinhas Voltolini*

Editores técnicos

*Embrapa
Brasília, DF
2019*

Embrapa Semiárido
Rodovia BR- 428, Km 152
Zona Rural - Caixa Postal 23
CEP: 56302-970 Petrolina, PE
Fone: +55(87) 3866-3600

Unidade responsável pelo conteúdo
Embrapa Semiárido

Comitê Local de Publicações
Presidente
Flávio de França Souza
Secretária-Executiva
Juliana Martins Ribeiro

Membros
Ana Cecília Poloni Rybka
Bárbara França Dantas
Diogo Denardi Porto

Elder Manoel de Moura Rocha
Geraldo Milanez de Resende
Gislene Feitosa Brito Gama
José Maria Pinto
Pedro Martins Ribeiro Júnior
Rita Mércia Estigarribia Borges
Sidinei Anunciação Silva
Tadeu Vinhas Voltolini

Embrapa
Parque Estação Biológica (PqEB)
Av. W3 Norte (final)
70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3448-4236
Fax: (61) 3448-2494
www.embrapa.br/livraria
livraria@embrapa.br

Unidade responsável pela edição
Embrapa, Secretaria-Geral

Coordenação editorial
Alexandre de Oliveira Barcellos
Heloiza Dias da Silva
Nilda Maria da Cunha Sette

Supervisão editorial
Erika do Carmo Lima Ferreira

Revisão de texto
Letícia Ludwig Loder

Normalização bibliográfica
Márcia Maria Pereira de Souza

Editoração eletrônica
Júlio César da Silva Delfino

Capa
Paula Cristina Rodrigues Franco

1ª edição

1ª impressão (2019): Publicação digitalizada

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa

Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido / Roseli Freire de Melo, Tadeu Vinhas Voltolini, editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2019.

467 p. : il. Color. ; 16 cm x 22 cm.

ISBN 978-85-7035-928-5

1. Agrobiodiversidade.
 2. Desenvolvimento sustentável.
 3. Manejo do solo.
 4. Mudanças climáticas.
 5. Produção de alimentos.
 6. Região semiárida brasileira.
- I. Título. II. Embrapa Semiárido.

CDD (21. ed.) 630.81

Autores

Alineaurea Florentino Silva

Engenheira-agrônoma, doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Amadeu Regitano Neto

Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Ana Valéria Vieira de Souza

Engenheira-agrônoma, doutora em Horticultura, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Anderson Ramos de Oliveira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Daniela Ferraz Bacconi Campeche

Bióloga, doutora em Ciências Biológicas, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Daniel Maia Nogueira

Médico-veterinário, doutor em Medicina Veterinária, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Diana Signor Deon

Engenheira-agrônoma, doutora em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Elvis Pantaleão Ferreira

Bacharel em Tecnologia em Saneamento Ambiental, mestre em Engenharia Ambiental, professor do Instituto Federal do Espírito Santo, Santa Teresa, ES.

Fábia de Mello Pereira

Engenheira-agrônoma, doutora em Zootecnia, pesquisadora da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

Francisco Pinheiro de Araújo

Engenheiro-agrônomo, doutor em Horticultura, analista da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Francislene Angelotti

Engenheira-agronoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Gabiane dos Reis Antunes

Zootecnista, mestre em Ciência Animal, Petrolina, PE.

Gherman Garcia Leal de Araújo

Zootecnista, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

José Barbosa dos Anjos

Engenheiro-agrônomo, mestre em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Lúcia Helena Piedade Kiill

Bióloga, doutora em Biologia Vegetal, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Luciano Cordoval de Barros

Engenheiro-agrônomo, analista da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Lúcio Alberto Pereira

Ecólogo, doutor em Geociências e Meio Ambiente, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Luiz Carlos Guilherme

Zootecnista, doutor em Genética e Bioquímica, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

Luiza Teixeira de Lima Brito

Engenheira agrícola, doutora em Recursos Naturais, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Márcia de Fátima Ribeiro

Bióloga, doutora em Ciências Biológicas, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Maria Aldete Justiniano da Fonseca

Engenheira-agronoma, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF.

Maria Teresa do Rêgo Lopes

Engenheira-agrônoma, doutora em Entomologia, pesquisadora da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

Nair Helena Castro Arriel

Engenheira-agrônoma, doutora em Produção Vegetal, pesquisadora da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB.

Paola Cortez Bianchini

Engenheira-agrônoma, mestre em Agroecossistemas, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Paulo Eduardo de Aquino Ribeiro

Químico, mestre em Química, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Paulo Ivan Fernandes-Júnior

Biólogo, doutor em Ciências do Solo, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Rafael Narciso Meirelles

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, bolsista de pós-doutorado da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, São Luiz Gonzaga, RS.

Robério dos Santos Sobreira

Zootecnista, analista da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

Rodolfo de Moraes Peixoto

Médico-veterinário, doutor em Ciência Animal, professor do Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Petrolina, PE.

Roseli Freire de Melo

Engenheira-agrônoma, doutora em Ciências do Solo, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Saulo de Tarso Aidar

Biólogo, doutor em Fisiologia Bioquímica de Plantas, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Sheilla Rios Assis Santana

Zootecnista, mestre em Ciência Animal, Petrolina, PE.

Tadeu Vinhas Voltolini

Zootecnista, doutor em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Teresa Herr Viola

Engenheira-agrônoma, doutora em Zootecnia, pesquisadora da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI.

Vanderlise Giongo

Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Welson Lima Simões

Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Apresentação

A agricultura familiar do Semiárido brasileiro caracteriza-se, fundamentalmente, por sistemas de produção dependentes de chuva que integram a criação animal, a produção vegetal e o extrativismo. Desde 2012, o Semiárido brasileiro enfrenta um extenso período de seca, e essa situação climática tem provocado efeitos drásticos na agropecuária familiar, principalmente nas áreas em que o desenvolvimento da atividade depende integralmente das chuvas ocorrentes.

Diante da relevância do tema e da experiência acumulada por mais de 4 décadas, a Embrapa Semiárido coordenou um grupo de instituições com destacada atuação na região para elaborarem o livro *Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido*. Esta obra reúne soluções tecnológicas e alternativas aplicáveis aos principais sistemas de produção agropecuários adotados pelos agricultores familiares na região.

O livro subsidiará técnicos, produtores, estudantes, pesquisadores, professores e outras pessoas com interesse sobre o tema, oferecendo uma abordagem descritiva sobre as culturas agrícolas, o uso da água para a produção de alimentos, o manejo e a conservação do solo, as potencialidades da biodiversidade da Caatinga e a produção animal em áreas dependentes de chuva.

A Embrapa Semiárido e as demais instituições parceiras que contribuíram para esta obra têm a expectativa de que ela represente um registro do estado da arte das soluções tecnológicas e contribua para a melhoria dos sistemas produtivos adotados pelos agricultores familiares.

Pedro Carlos Gama da Silva
Chefe-Geral da Embrapa Semiárido

Prefácio

A agricultura familiar tem grande importância para o Brasil: está presente em mais de 2 milhões de estabelecimentos agropecuários, ocupa uma área de aproximadamente 28 milhões de hectares e envolve 8,6 milhões de pessoas, das quais 38% residem no Semiárido. Essas famílias, que têm a agropecuária como sua principal atividade, enfrentam o desafio de ter uma produção sustentável em áreas dependentes de chuva devido à limitada oferta de água no Semiárido.

Objetivou-se, com esta publicação, apresentar resultados de pesquisas científicas, revisões de literatura e experiências acumuladas pelos autores com vistas a divulgar não apenas conhecimentos e informações sobre a agricultura familiar dependente de chuva na região semiárida brasileira, mas também suas potencialidades e alternativas para reduzir as fragilidades nos diferentes sistemas produtivos.

Em seus 13 capítulos, redigidos por 35 autores de diversas instituições, são abordados temas importantes para a agricultura dependente de chuva no Semiárido como: as ações de mitigação e adaptação frente às mudanças climáticas, o uso e o manejo do solo, os múltiplos potenciais da biodiversidade da Caatinga, as principais culturas alimentícias e oleaginosas e a biodiversidade relacionada com a produção e a conservação de sementes nas unidades de produção familiar. Nesta obra, também são apresentadas informações sobre as máquinas e implementos para a agricultura familiar, a água para a produção de alimentos, as alternativas alimentares para os rebanhos, o manejo reprodutivo de caprinos e ovinos, a criação de galinhas localmente adaptadas, a apicultura e a meliponicultura e a criação de peixes.

Espera-se que esta publicação possa contribuir para a expansão do conhecimento e o desenvolvimento de ideias e de estratégias para a melhoria e valorização da agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido brasileiro.

*Roseli Freire de Melo
Tadeu Vinhas Voltolini
Editores Técnicos*

Sumário

Capítulo 1

Biodiversidade da Caatinga como potencialidade para agricultura familiar, **15**

Capítulo 2

As principais culturas anuais e bianuais na agricultura familiar, **83**

Capítulo 3

As principais oleaginosas da agricultura familiar, **85**

Capítulo 4

Conservação local e uso da agrobiodiversidade vegetal, **129**

Capítulo 5

Máquinas, implementos e equipamentos utilizados na agricultura familiar, **173**

Capítulo 6

Água para o fortalecimento dos sistemas agrícolas dependentes de chuva, **187**

Capítulo 7

Alternativas alimentares para os rebanhos, **229**

Capítulo 8

Manejo produtivo de caprinos e ovinos, **263**

Capítulo 9

Criação de galinhas comuns localmente adaptadas, **303**

Capítulo 10

Apicultura e meliponicultura, **333**

Capítulo 11

Piscicultura na agricultura familiar, **363**

Capítulo 12

Uso e manejo do solo, **395**

Capítulo 13

Ações de mitigação e adaptação frente às mudanças climáticas, **443**

Capítulo 1

Biodiversidade da Caatinga como potencialidade para a agricultura familiar

Lúcia Helena Piedade Kiill

Francisco Pinheiro de Araújo

José Barbosa dos Anjos

Paulo Ivan Fernandes-Júnior

Saulo de Tarso Aidar

Ana Valéria Vieira de Souza

O Semiárido brasileiro tem a maior parte de seu território ocupado por uma vegetação predominantemente xerófila denominada caatinga. Além de extremamente importante do ponto de vista biológico, suas espécies apresentam morfologias adaptadas ao estresse hídrico e às altas temperaturas, tornando-as uma opção de uso para o desenvolvimento da região. Porém, esses recursos vêm sendo explorados de forma inadequada, provocando a diminuição das populações naturais e, em alguns casos, o desaparecimento de algumas espécies.

As consequências desse modelo de exploração predatória se fazem sentir principalmente nos recursos naturais renováveis do bioma. Assim, já se observam perdas irrecuperáveis da diversidade florística, faunística e microbiana, aceleração do processo de erosão e declínio da fertilidade do solo e da qualidade da água pela sedimentação (Cunha et al., 2011).

Essa situação vem sendo agravada pela ocorrência das secas periódicas, que, dada a estrutura fundiária na região, impossibilitam os produtores com pequena produção de terem acesso à renda. Esse fato vem afetando sua sobrevivência e determinando, como uma das poucas alternativas, a migração ou a busca do seu sustento pela exploração excessiva da base de recursos naturais existentes em suas propriedades ou no entorno delas. Assim, para o Semiárido, a utilização sustentável da biodiversidade nativa da Caatinga se apresenta como uma alternativa econômica viável e como uma forma de manter a população no local.

Espécies nativas são fornecedores de diferentes produtos que podem ser utilizados como fonte de renda para os produtores familiares. Um exemplo desse potencial são as fibras de caroá [*Neoglaziovia variegata* (Arruda) Mez. – Bromeliaceae], espécie endêmica da Caatinga, que vêm sendo usadas na confecção artesanal de cordas, barbantes e na tecelagem (Ribeiro, 2007). No passado, sua utilização já foi mais intensa e, recentemente, o caroá voltou a ser uma das principais fontes de emprego e renda para as comunidades do Semiárido graças ao seu uso na fabricação artesanal de chapéus, bolsas e biojoias, entre outros produtos. A Associação das Mulheres Produtoras de Caroalina, no município de Sertânia, PE, e a Associação Quilombola de Conceição das Crioulas, em Salgueiro, PE, têm mostrado que é possível conquistar os mercados diferenciados, garantindo a inclusão social e o desenvolvimento sustentável (Brasil, 2012).

Assim como o caroá, outras espécies nativas da Caatinga podem ser utilizadas como uma alternativa para o desenvolvimento da região. Nesse sentido, o desafio que se coloca é a consolidação dos potenciais já existentes e a identificação de novas oportunidades econômicas, que possam se traduzir na geração de emprego e renda para os agentes locais.

Potencialidades da flora

Nas últimas décadas, vários trabalhos analisaram a produção de produtos florestais não madeireiros (PFNM) sob os aspectos econômico, ambiental e social, mostrando que esses produtos podem ser considerados como opção de emprego e renda para as comunidades locais e como estratégica para a conservação dos recursos naturais (Boxall et al., 2003; Santos et al., 2003; Enders et al., 2006).

De acordo com Santos et al. (2003), na maior parte dos países tropicais, os PFNM podem ser considerados como fonte de renda essencial para as pessoas residentes nas áreas rurais, proporcionando segurança alimentar para uma população de baixo poder aquisitivo, principalmente em épocas de seca e escassez hídrica.

Apesar do aproveitamento secular da flora brasileira, apenas recentemente os PFNM vêm ganhando destaque como estratégia de conservação da biodiversidade. A demanda das indústrias nacionais e internacionais por matérias-primas (a exemplo das plantas medicinais, extratos, frutas, sementes, cipós, cortiças, fibras, resinas, taninos, óleos) oriundas de PFNM vem crescendo, uma vez que esses produtos têm boa aceitação, pois estão associados com sustentabilidade, manutenção dos ecossistemas e proteção do meio ambiente (Bentes-Gama et al., 2006).

Esse fato, associado à necessidade de diversificação da renda de comunidades rurais, elevou a importância dos PFNM, que são, geralmente, a base para a produção artesanal e industrial de pequena escala. Assim, esses produtos podem gerar retornos financeiros consideráveis e empregos para populações de diferentes níveis socioeconômicos, além de promover modos de vida sustentáveis aos habitantes de países do Terceiro Mundo, uma vez que essa atividade envolve a participação intensiva de mão de obra, principalmente a de mulheres (Arnold; Pérez, 1996).

Apesar desses aspectos positivos, poucas são as plantas nativas que vêm sendo manejadas de forma sustentável para geração de PFNM. Segundo Wickens (1991) e Sampaio et al. (2005), isso se deve ao fato de existirem lacunas de conhecimento referentes a aspectos da ecologia e do manejo dessas espécies. Para a Caatinga, a situação não é diferente. Neste capítulo, são apresentadas espécies vegetais frutíferas, aromáticas, ornamentais e oleaginosas sobre as quais já existem estudos em diferentes estádios de desenvolvimento e que poderiam, a médio e longo prazos, ser consideradas como uma alternativa para a agricultura familiar.

Frutíferas da Caatinga

O Semiárido brasileiro é caracterizado por condições edafoclimáticas limitantes para a sobrevivência da maioria das espécies frutíferas cultivadas

em áreas dependentes de chuva. Diante dessas condições, as espécies nativas da Caatinga apresentam potencial para uma fruticultura de sequeiro, uma vez que conseguem se desenvolver e produzir sob as condições naturais de pluviosidade do Sertão nordestino (Araújo et al., 2016).

Nesse contexto, o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda – Anacardiaceae) constitui a frutífera nativa de maior importância para o bioma (Araújo, 2004). Essa espécie tem sido explorada preponderantemente de forma extrativista (para venda dos frutos in natura) ou por meio do seu beneficiamento em minifábricas localizadas em associações e cooperativas de base familiar (Araújo, 2004, 2010). A sustentabilidade desses tipos de empreendimentos, que têm como matéria-prima o fruto do umbuzeiro, é fundamentalmente dependente de algumas características que a espécie apresenta: é perene, ocorre em todo o Semiárido e apresenta produção de frutos relativamente estável anualmente e em quantidade substancial por árvore adulta (de 70 kg a 300 kg), além de ter alta tolerância à seca devido ao sistema radicular formador de túberas armazenadoras de água e reservas nutritivas (Figura 1) (Araújo et al., 2016).

Foto: Francisco Pinheiro de Araújo



Figura 1. Detalhe da túbera em porta-enxerto de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda – Anacardiaceae).

Dessa última característica, advém a utilidade adicional do umbuzeiro como porta-enxerto de plantas selecionadas com frutos considerados gigantes ou plantas de outras espécies de *Spondias* (Araújo, 2008). Utilizando-se a técnica de enxertia de garfagem no topo em fenda cheia (Figura 2), variedades selecionadas de umbuzeiros podem ser propagadas a partir de garfos. Esses são utilizados para enxertia em porta-enxertos formados a partir de sementes ou para a substituição de copa em árvores adultas. Nos dois casos, o enxerto selecionado manterá suas características fenotípicas, como os frutos gigantes (com peso acima de 100 g quando o padrão da espécie é de aproximadamente 18 g) e a qualidade de polpa superior (apresentando maiores teores de sólidos solúveis e menor acidez, entre outras características relacionadas ao sabor, típicas do enxerto selecionado).

Além do próprio umbuzeiro, outras espécies do gênero *Spondias* – família Anacardiaceae [cajá-verdadeiro (*Spondias mombin* L.), umbu-cajá (*Spondias* sp.), seriguela (*Spondias purpurea* L.), umbuguela (*Spondias* sp.) cajá-manga (*Spondias cytherea* Sonn.)] também podem ser enxertadas no umbuzeiro com a mesma técnica, com as vantagens de adquirir a tolerância à seca necessária para a sobrevivência no Semiárido devido às túberas do sistema radicular do porta-enxerto (Araújo, 2008). Com isso, permite-se uma diversificação da produção de frutos em condição de dependência de chuva no Semiárido brasileiro (Figura 3).

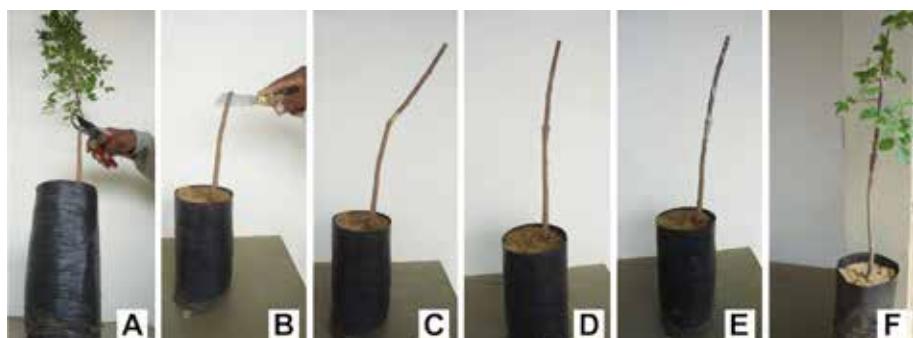


Figura 2. Porta-enxerto (A); fenda aberta no porta-enxerto (B); inserção do enxerto no porta-enxerto (C); conjunto enxerto e porta-enxerto sem amarrilho (D); conjunto porta-enxerto e enxerto amarrado com fita de enxertia (E); muda enxertada para ser levada a campo (F).

Foto: Francisco Pinheiro de Araújo



Figura 3. Planta enxertada sobre porta-enxerto de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda – Anacardiaceae) de clones selecionados para maior tamanho de frutos.

A partir de algumas observações de pesquisas realizadas pela Embrapa Semiárido (Araújo et al., 2016), constatou-se que o protagonismo do umbuzeiro como “carro-chefe” em empreendimentos de bases familiares que processam frutos do extrativismo da Caatinga pode estar ameaçado. Dentre elas, destacam-se:

- Reduzido número de indivíduos adultos de umbuzeiros em áreas de Caatinga (4 plantas por hectare) em algumas regiões da Depressão Sertaneja onde estão localizadas várias unidades familiares de beneficiamento.
- Lento desenvolvimento das plantas até a fase reprodutiva.
- Morte de indivíduos adultos seculares sem deixar descendentes por diversas causas, incluindo mudanças de uso do solo.

A partir dessas observações, pode-se inferir que as populações naturais de umbuzeiro estão em declínio em algumas regiões do Semiárido sob maiores pressões naturais e antrópicas, visto que o desmatamento e as mudanças de uso do solo têm impedido sua regeneração espontânea.

Diante de uma situação tão crítica como essa, a Embrapa Semiárido desenvolveu algumas estratégias. Visando preservar a variabilidade genética da espécie, a Empresa mantém uma coleção de umbuzeiros na forma de um banco ativo de germoplasma (BAG) com acessos oriundos de todas as unidades de paisagem formadoras do Semiárido de acordo com o Zoneamento Agroecológico do Nordeste (Silva et al., 1993).

Com o objetivo de incentivar o aumento do número de plantas de umbuzeiro em áreas de Caatinga preservada ou em áreas desmatadas, foram desenvolvidos dois modelos (enriquecimento de Caatinga e conversão produtiva de áreas desmatadas) para implantação de unidades práticas de aprendizagem tecnológica (UPATs) (Araújo et al., 2016), utilizando o próprio umbuzeiro como porta-enxerto de plantas com frutos considerados gigantes ou de outras espécies de *Spondias*. Esses modelos de UPATs de umbuzeiros foram implantados em diferentes comunidades. No projeto denominado Gavião, iniciado em 2003, UPATs de umbuzeiros implantadas inicialmente em áreas de pousio atualmente encontram-se produzindo, servindo de fonte complementar de renda para as famílias, além de servir como modelo comprovado de sucesso que contribui para o desenvolvimento das comunidades vizinhas. A exemplo disso, foi implantada uma UPAT na Comunidade Pedra Preta, região de Anajé, BA. Essa unidade conta com 33 árvores do acesso BGU48 do BAG do umbuzeiro, as quais iniciaram a produção aos 7 anos após o plantio e apresentam peso médio de frutos entre 75 g e 85 g, mas com ocorrências de frutos com mais de 100 g. Os dados obtidos nas safras do ano de 2009 (primeira colheita comercial) e nos seguintes são apresentados na Tabela 1 e mostram que houve um incremento significativo na produção e na renda. Além da renda complementar proveniente da safra do umbu, essa UPAT tem sido vista como referência para os agricultores vizinhos que, por iniciativas próprias, multiplicaram o material e plantaram em torno de dez vezes mais mudas na região. A UPAT mencionada tornou-se também referência para o município de Vitória da Conquista, BA, como alternativa de produção sustentável para a agricultura familiar, recebendo visitas planejadas por universidades e produtores rurais de várias localidades do Semiárido.

Atualmente, a Embrapa Semiárido preconiza a associação do umbuzeiro com outra espécie nativa do bioma como forma de diversificação da produção: o maracujá-da-caatinga (*Passiflora cincinnata*

Tabela 1. Dados obtidos na unidade prática de aprendizagem tecnológica implantada na propriedade do Sr. Dodô, na Comunidade de Pedra Preta, na região de Anajé, BA, com 33 árvores do acesso BGU48.

| Idade da planta (ano) | Safra | Ano | Produção (kg por planta) | Renda (R\$) |
|-----------------------|-------|-----------|-----------------------------|-------------|
| 9 | 1ª | 2012/2013 | 12 | 400,00 |
| 10 | 2ª | 2013/2014 | 42 | 600,00 |
| 11 | 3ª | 2014/2015 | 90 | 3.000,00 |
| 12 | 4ª | 2015/2016 | 121 | 4.000,00 |

Mast. – Passifloraceae) (Figura 4) (Araújo et al., 2004, 2012). Em reconhecimento ao potencial dessa espécie para o fortalecimento dos sistemas produtivos dependentes de chuva no Semiárido, também foi formado um BAG *Passiflora* na Empresa visando preservar a variabilidade genética da espécie. Com a preservação desses genótipos, torna-se possível a seleção de materiais superiores em termos de qualidade de frutos e produtividade.

Foto: Francisco Pinheiro de Araújo

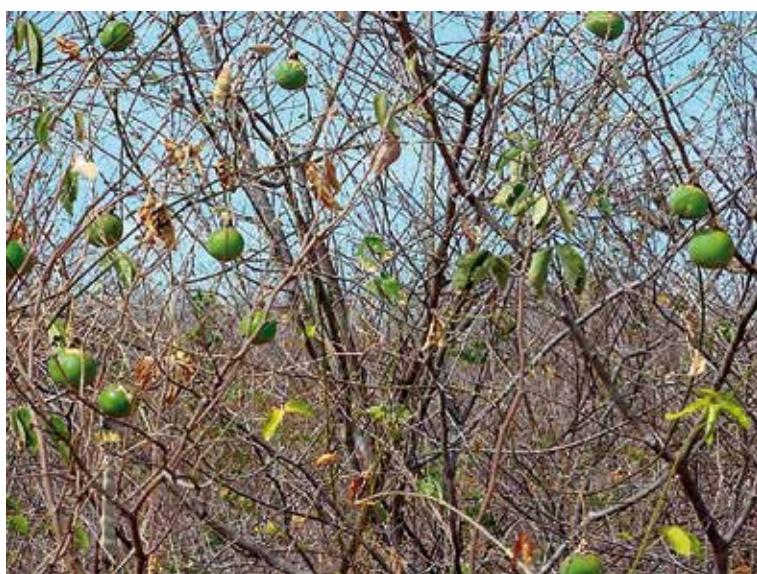


Figura 4. Maracujá-da-caatinga (*Passiflora cincinnata* Mast. – Passifloraceae) usado no extrativismo após o período chuvoso.

Como exemplo, destaca-se a primeira cultivar de maracujazeiro silvestre do bioma Caatinga, denominada BRS Sertão Forte, que foi registrada (no Registro Nacional de Cultivares sob o nº 34466) e protegida (Serviço Nacional de Proteção de Cultivares, protocolo nº 21806.000219/2015) no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Essa estratégia desenvolvida já rende resultados em campo: maracujás-da-caatinga, implantados em UPATs de umbuzeiros em várias localidades, iniciaram produção com aproximadamente 6 meses de idade. Essa rápida produção confere retorno econômico em curto prazo para o agricultor. Além disso, esse consórcio umbu-maracujá motiva o produtor a manter a área dos umbuzeiros bem manejada. É interessante relatar também que o período do ano em que a safra do maracujá-da-caatinga é colhida é diferente daquela da safra do umbu, permitindo, assim, que unidades de beneficiamento possam se manter ativas por um período mais longo do ano, o que favorece a eficiência do processo produtivo.

Além dessas, outras estratégias de pesquisa vêm sendo adotadas na Embrapa Semiárido para o desenvolvimento da fruticultura de sequeiro, entre elas: a prospecção de espécies ou variedades frutíferas nativas resistentes à condição de semiaridez, o resgate e proteção da diversidade genética das espécies de maior potencial e a seleção de materiais superiores para a diversificação dos cultivos nas UPATs.

Aromáticas da Caatinga

Os estudos de compostos bioativos em plantas aromáticas da Caatinga têm mostrado o imenso potencial dessas plantas na farmacopeia e na medicina popular (Albuquerque; Andrade, 2002; Silva; Freire, 2010). Agra et al. (2007) relatam mais de 400 espécies de uso medicinal reconhecido, sendo a maioria delas de uso múltiplo. Algumas dessas espécies já são consagradas pelo uso, a exemplo da umburana-de-cheiro (*Amburana cearensis* A.C. Smith – Fabaceae), baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl. – Anacardiaceae), aroeira (*Myracrodropon urundeuva* Allemão – Anacardiaceae) e angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan – Fabaceae). Por isso, essas espécies vêm sofrendo forte pressão extrativista.

Mais recentemente, a demanda por novas essências naturais como matérias-primas industriais (para a manufatura de produtos dos setores da perfumaria, cosmética, farmacêutica, higiene e limpeza, alimentícia e de

bebidas) tem levado à busca por plantas produtoras de óleos essenciais (Banco do Nordeste do Brasil, 2003).

Assim, a flora oleífera da Caatinga apresenta um potencial produtivo de interesse comercial para a indústria de aromas e fragrâncias. A literatura registra cerca de 500 espécies aromáticas nesse bioma, destacando-se, entre elas, o alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham. – Verbenaceae), que tem sido explorado para a produção de óleo essencial visando atender ao mercado internacional (Banco do Nordeste do Brasil, 2003).

Buscando ampliar o número de espécies que tenham esse potencial, estudos prospectivos com a flora nativa vêm sendo realizados por instituições de ensino e pesquisa buscando identificar outras espécies produtoras de óleos essenciais e de compostos bioativos (Vieira et al., 2016). Os estudos realizados pela Embrapa Semiárido e instituições parceiras avaliaram cerca de 50 espécies, porém nem todas apresentaram esse potencial. Entre as produtoras de óleos essenciais, destacaram-se: *Lippia* spp., *Croton* spp., *M. urundeava*, e *S. brasiliensis*, com produção que variou de 0,3% a 4,5% (p/v de massa fresca) (Kiüll et al., 2016). Esses valores podem ser considerados relevantes, haja vista a possibilidade de maximização da produção a partir do estabelecimento de sistemas de produção.

Outro potencial desses óleos é o uso como matéria-prima para a indústria de cosméticos. As avaliações mostraram que a produção de óleo de espécies como o quebra-faca (*Croton conduplicatus* Kunth. – Euphorbiaceae) e o velame (*Croton heliotropifolius* Kunth. – Euphorbiaceae) pode variar de acordo com a época do ano em que o material é coletado, a idade das plantas e os horários ao longo do dia (Bispo et al., 2011, 2014; Almeida et al., 2015; Souza et al., 2016).

Os óleos essenciais de espécies nativas da Caatinga, por enquanto produzidos em escala comercial apenas no Ceará, servem tanto para a indústria de cosméticos como para as indústrias químico-farmacêutica e alimentícia (Banco do Nordeste do Brasil, 2003). Tal resultado é um indicativo de uma nova oportunidade de mercado, de geração de renda e de desenvolvimento da região.

Estudos voltados para a otimização da produção, por meio da determinação de técnicas de manejo e de beneficiamento adequados, são essenciais para que essas espécies possam ser utilizadas em cultivos comerciais, evitando a perda de biodiversidade e incentivando sua conservação.

Plantas ornamentais

As plantas nativas, além de sua beleza, apresentam rusticidade e baixa demanda por água. Essas características são importantes para o grupo de ornamentais e, por isso, essas espécies apresentam potencialidades para a geração de renda no Semiárido. De acordo com Junqueira e Peetz (2014), a cadeia produtiva de plantas e flores ornamentais no Brasil vem crescendo nos últimos anos, sendo registrado incremento de 8% em 2014 em relação ao ano anterior. Os autores relatam ainda que existem, no País, 7.800 produtores de flores e plantas ornamentais que, em 2013, cultivaram uma área de aproximadamente 13.500 ha. No País, a cadeia produtiva gera cerca de 200 mil empregos diretos, incluindo mão de obra familiar (Durval, 2014).

No cenário nacional, o Nordeste ocupa a 3^a colocação entre as regiões que mais produzem flores, com 923 produtores (que correspondem a 13,8% do total). A área dedicada ao cultivo chega a 1.023 ha (7,6% do total), e o Ceará é considerado o estado de maior produção de flores tropicais e temperadas no Nordeste (Junqueira; Peetz, 2014; Sebrae, 2015). Vale ressaltar que a maioria das espécies ornamentais cultivadas é exótica, e seu uso tem sido facilitado por serem plantas já adaptadas, com manejo estabelecido. Por consequência de melhoramento genético, apresentam características morfológicas e fisiológicas que propiciam aspectos desejáveis no mercado, como a produção de floração mais intensa e folhas e flores com coloração mais variada, entre outras (Barreto et al., 2005).

O potencial ornamental da flora da Caatinga, embora significativo pela presença de cactos, bromélias, palmeiras e leguminosas que apresentam características como porte e simetria, cor, textura e durabilidade de elementos de interesse (folhas, flor, fruto ou sementes), ainda é pouco valorizado. Pareyn (2010) listou 317 espécies ornamentais da Caatinga com potencial para inserção em programas de manejo, das quais 11 são consideradas como prioritárias. Kiill et al. (2013) apresentaram cerca de 100 espécies de plantas nativas de hábitos variados, cujas flores, folhas, frutos e troncos apresentam características ornamentais exuberantes, mostrando que a flora desse bioma pode ser utilizada tanto na composição paisagística quanto na arte floral e em terrários para interiores (Figura 5). Alvarez e Kiill (2014) comentaram que, por apresentar rusticidade e adaptações ao estresse hídrico, as plantas da Caatinga poderiam ser utilizadas na arborização e

paisagismo urbano que demanda plantas com menor exigência de irrigação e tratos culturais. Além das flores, as plantas da Caatinga apresentam frutos secos, retorcidos e com sementes de cores variadas que poderiam ser utilizados na composição de arranjos.

Fotos: Lúcia Helena Piedade Kili



Figura 5. Exemplos de plantas nativas da Caatinga de potencial ornamental: *Copernicia prunifera* usada no paisagismo (A) e *Selaginella convoluta* em terrário (B).

Embora a literatura tenha destacado várias espécies com potencial ornamental, somente as cactáceas vêm sendo produzidas em escala comercial na região do Cariri e na Chapada de Ibiapaba, no Ceará (Sebrae, 2015). Para que outras espécies nativas da Caatinga possam ser introduzidas no mercado de plantas ornamentais, Barreto et al. (2005) destacaram que é necessário conhecer os métodos de propagação mais eficientes, bem como a durabilidade das flores e folhas dessas espécies. Nesse sentido, a Embrapa Semiárido, junto com instituições parceiras, vem desenvolvendo ações de pesquisa visando ao estabelecimento de protocolos de propagação e manejo dessas espécies, identificando-as para uso como forração, cultivo em vaso, flor de corte e elemento de paisagismo. Os autores ressaltaram também que o nicho ocupado por essas plantas nativas ainda é bastante reduzido diante do potencial existente.

O passo seguinte seria a articulação com as instituições de extensão visando à capacitação dos agricultores familiares para atender às demandas de mercado, minimizando as dificuldades que poderiam estar relacionadas ao desenvolvimento dessa atividade. Segundo Durval (2014), além da capacitação, é necessário que as pesquisas estejam voltadas para tecnologias de produção mais adequadas à realidade da agricultura familiar. O autor ressalta também que iniciativas como a criação de novos pontos de venda

e de associações locais e regionais de produtores, além de incentivos financeiros associados a programas regionais para dinamizar a expansão da atividade, são necessárias para facilitar a comercialização do produto.

Assim, o setor produtivo de flores e plantas ornamentais da Caatinga apresenta potencial de expansão futura, com geração de ocupação, emprego e renda para produtores familiares na região.

Espécies oleaginosas

O coqueiro ouricuri (*Syagrus coronata* Mart. – Arecaceae) é considerado uma oleaginosa com potencialidade para a geração de renda familiar no Semiárido. É vulgarmente conhecido por diferentes nomes, a depender da região: licuri, aricuri, nicuri, coqueiro-cabeçudo, alicuri, baba-de-boi. Mesmo ocorrendo em várias regiões do Brasil e crescendo em áreas altamente pedregosas, o ouricuri pode ser descrito como uma palmeira tipicamente baiana (Bondar, 1939). Essa espécie é considerada como uma das fontes da economia da região onde é produzida (sua maior exploração é verificada nas caatingas secas do Semiárido da Bahia) e contribui para o fortalecimento da inclusão social por meio da geração de trabalho e de renda, a preservação ambiental e a segurança alimentar, com reflexos positivos diretos nos indicadores socioeconômicos regionais.

O coco ouricuri, denominado licuri na Bahia, é considerado a pérola do Semiárido baiano, com ocorrência registrada em áreas de matas nativas, pastagens e em consórcio com outras culturas. Dele se aproveita basicamente tudo; no entanto, seu maior potencial é o coco (amêndoas), de onde se extrai um óleo similar ao do coco-babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng. – Arecaceae), que é utilizado amplamente pelas indústrias de sabões como plantas saponáceas.

A partir da exploração planejada dessa palmeira, pode-se gerar outros coprodutos, como a polpa do pericarpo para consumo in natura (misturada com leite), que tem sabor e cor assemelhada ao de achocolatado e que também serve para a elaboração de doces, geleias, sorvetes e picolés. Essa polpa foi analisada pelo Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta da Embrapa Semiárido, que constatou que ela tem composição química (Tabela 2) semelhante à da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart. – Arecaceae).

Tabela 2. Composição mineral do extrato da polpa do pericarpo dos frutos de coco ouricuri (*Syagrus coronata* Mart. – Arecaceae) e açaí (*Euterpe oleracea* Mart. – Arecaceae)⁽¹⁾.

| Espécie | P | K | Ca | Mg | Cu | Fe | Zn | Mn |
|----------|-----------------------|-------|------|------|-------|------------------------|-------|-------|
| | (g kg ⁻¹) | | | | | (mg kg ⁻¹) | | |
| Ouricuri | 2,28 | 23,37 | 3,15 | 1,25 | 6,00 | 322,00 | 23,0 | 20,00 |
| Açaí | 1,40 | 7,40 | 4,80 | 1,40 | 20,40 | 328,50 | 10,10 | 34,30 |

⁽¹⁾ P = fósforo; K = potássio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; Cu = cobre; Fe = ferro; Zn = zinco; Mn = manganês.

Fonte: Silva et al. (2010).

A remoção do tegumento do coco ouricuri tem os objetivos de melhorar a aparência das amêndoas, deixando-as brancas e torná-las ideais para a produção de óleo de melhor qualidade e para a elaboração de alimentos (Figura 6).

Fotos: José Barbosa dos Anjos



Figura 6. Produtos do coco ouricuri (*Syagrus coronata* Mart. – Arecaceae): aspecto visual de amêndoas com e sem tegumento (A); extração da polpa do pericarpo (B).

O ouricuri é comercializado principalmente pelos produtores nas feiras livres ou por grandes armazéns, que enviam seus intermediários com numerosos para comprar a produção das comunidades de agricultores.

Esses fixam um preço, mas esse valor pré-estabelecido não é mantido pela maioria dos corretores intermediários, que compram sempre a valores abaixo do preço. As amêndoas funcionam inclusive como moeda de troca, e há uma tradição de que não se vende ouricuri a prazo (isso é, fiado).

Toda a produção dessa espécie no estado da Bahia advém de atividades extrativistas. A produção ocorre de forma concentrada de janeiro a abril, a colheita é feita por meio da catação no campo e/ou em currais, onde animais ruminantes liberam os cocos juntamente com as fezes após o consumo nas pastagens. Esse produto recebe a denominação de “licuri de curral”, sendo considerado impróprio para o consumo humano.

No estado da Bahia, é possível encontrar safras dessa palmeira em quase todos os meses do ano, uma vez que a produção da espécie está relacionada com a pluviosidade, que pode variar de região para região.

O coco ouricuri pode fornecer matéria-prima para ser beneficiada na propriedade agrícola ou nas comunidades urbanas (onde se faz o processamento prévio); a seguir, é destinado à produção de alimentos (Anjos; Drumond, 2010).

No que se refere às amêndoas, o rendimento da extração manual é considerado muito baixo [em torno de 6 kg a 7 kg dia⁻¹ de amêndoas (Duque, 1980)] e geralmente é efetuado de forma artesanal, utilizando-se duas pedras (uma serve como base e outra como martelo para bater). O equipamento para a quebra do endocarpo e a extração da amêndoas já é uma realidade para os moradores do município de Caldeirão Grande, BA, e de outros municípios e resulta em uma produção de 600 kg h⁻¹ de coco quebrado (Licuri, 2006). Essa produção é destinada às indústrias produtoras de óleo localizadas nos municípios baianos de Caldeirão Grande, Miguel Calmon, Nazaré, Santo Antônio de Jesus e Feira de Santana.

Quanto ao nicho de mercado, há várias maneiras de explorar economicamente o coco ouricuri. Destacam-se, entre elas:

- Artesanato: O endocarpo dos frutos, as brácteas, as hastas e as folhas são usados para confeccionar principalmente chapéus, sacolas, vassouras e espanadores, entre outros.
- Processos de impressão: A cera de ouricuri, cuja produção é superior à de carnaubeira (*Copernicia prunifera* Mill. – Arecaceae), é utilizada nos processos de impressão conhecidos como *hot-stamping*.

- Combustível: As cascas dos frutos (após a retirada das amêndoas) juntamente com as folhas e as hastes secas são utilizadas como fonte de calor primário em fornos de cerâmicas das regiões produtoras.
- Forragem: A polpa do pericarpo pode ser utilizada como ração animal.
- Produção de óleo: O processamento das amêndoas inicia-se com a secagem dos coquinhos ao sol para perder umidade, seguida da extração das amêndoas, que seguem para a venda em feiras livres destinadas à alimentação humana. O excedente é enviado para as indústrias de extração de óleo, o qual é utilizado na formulação de saponáceos.

Potencialidades dos microrganismos

O bioma Caatinga é habitado por uma comunidade muito bem-adaptada às condições edafoclimáticas locais, conforme discutido anteriormente. A maioria dos vegetais superiores ocorrentes no ambiente natural se associa com uma grande diversidade de microrganismos, os quais desempenham uma série de papéis ecológicos que podem auxiliar no estabelecimento dos vegetais no ambiente natural ou cultivado, colaborando, assim, para a seleção das espécies que terão sucesso na colonização do ambiente (Partida-Martinez; Heil, 2011; Klock et al., 2015).

Dessa forma, os microrganismos nativos também foram selecionados ao longo dos anos e apresentam diversas adaptações às condições edafoclimáticas locais (Santos et al., 2011; Lacerda-Júnior et al., 2019), o que permite a realização de estudos visando ao isolamento e à seleção da microbiota nativa com o intuito de aplicá-la no campo em conjunto com culturas de interesse.

Nos sistemas agropecuários, as associações entre espécies vegetais e microrganismos edáficos têm sido exploradas com o objetivo de aumentar a produção vegetal. Estudos realizados em regiões que apresentam climas como o do Semiárido brasileiro têm o objetivo de, além de aumentar a capacidade produtiva das espécies vegetais, obter e avaliar esses microrganismos

como ferramentas para o aumento da tolerância a estresses abióticos como a seca e a salinidade (Folli-Pereira et al., 2012; Kavamura et al., 2013).

Dentre as associações entre as espécies microbianas dos solos e as espécies vegetais, aquelas estabelecidas entre plantas e fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e bactérias fixadoras de nitrogênio (diazotróficas) são as mais conhecidas. As espécies vegetais desenvolvem associações com FMAs há aproximadamente 400 milhões de anos, ou seja, desde a colonização do ambiente terrestre pelas plantas, o que faz com que essa seja a associação planta-microrganismo mais antiga e mais especializada do planeta (Remy et al., 1994). Estima-se que mais de 85% das espécies vegetais terrestres apresentem associações com FMAs (Bonfante; Genre, 2015). As plantas se beneficiam dos FMAs, pois esses projetam suas hifas para regiões distantes do sistema radicular, atuando como extensões de suas raízes e, assim, promovendo maior absorção de água e nutrientes, principalmente os mais insolúveis no solo, com destaque para o fósforo (Folli-Pereira et al., 2012).

Estudos realizados na região semiárida têm revelado que a inoculação de esporos de espécies de FMAs pode resultar em aumento da produtividade de até 40% em culturas importantes para a região, como o maracujá [*Passiflora edulis* Sims – Passifloraceae] (Silva et al., 2015b), a mandioca ou macaxeira [*Manihot esculenta* Crantz – Euphorbiaceae] (Nascimento et al., 2014) e o sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench – Poaceae] (Silva et al., 2015a). Além de resultar em aumentos de produtividade das culturas, os FMAs podem ainda atuar junto a plantas cultivadas e nativas da região semiárida como ferramentas para aumentar a tolerância a estresses ambientais como o hídrico e o térmico (Silva et al., 2015a; Oliveira et al., 2015). Isso demonstra o potencial da utilização de FMAs como agentes atenuadores de condições desfavoráveis para o desenvolvimento vegetal.

Entretanto, os FMAs são biotróficos obrigatórios, ou seja, necessitam estar associados a raízes metabolicamente ativas para o seu desenvolvimento (Moreira; Siqueira, 2006). Isso não permite o cultivo em meios de cultura, uma limitação para a produção de fungos selecionados para a utilização em sistemas agrícolas. Além dos FMAs, há outros fungos biotróficos facultativos que podem ser cultivados em meios de cultura, como as ectomicorrizas, os fungos endofíticos do tipo *dark septate* (fungos melanizados septados), os fungos solubilizadores de fósforo e as leveduras endofíticas,

que apresentam potencial para a utilização nos sistemas agrícolas do Semiárido. Estudos relacionados à sua biologia e ao potencial biotecnológico têm sido conduzidos por grupos de pesquisa da região (Coutinho et al., 2012; Castro et al., 2013).

Outro grupo de microrganismos com grande aplicabilidade na agricultura é o das bactérias fixadoras de nitrogênio (N). Esses procariotos apresentam a capacidade de reduzir o nitrogênio (N_2) atmosférico a compostos amoniacais, passíveis de absorção pelas plantas. Cabe ressaltar que o nitrogênio em forma de N_2 é o gás mais abundante da atmosfera, perfazendo cerca de 78% da sua composição. Entretanto, esse gás é inerte aos seres vivos e necessita ser transformado em formas passíveis de serem absorvidas pelas plantas (principalmente os íons nitrato, NO_3^- , e amônio, NH_4^+) para que esse elemento seja incorporado às cadeias alimentares. Assim, a ação dos microrganismos fixadores de N é fundamental para a manutenção da vida na Terra, tanto que esse processo biológico é considerado o segundo mais importante no planeta, atrás apenas da fotossíntese (Moreira; Siqueira, 2006).

As bactérias fixadoras de N, ou diazotróficas, podem se associar a diversas espécies vegetais e fornecer total ou parcialmente o N necessário para o seu desenvolvimento. Dentre as associações possíveis entre as bactérias diazotróficas e as espécies vegetais, a mais bem estudada e caracterizada é a associação entre plantas da família das leguminosas e um grupo de microrganismos diazotróficos denominados coletivamente de rizóbios. Isso se deve principalmente à abundância de leguminosas de interesse econômico, como a soja [*Glycine max* (L.) Merr. – Fabaceae], os feijões [*Phaseolus* spp., *Vigna* spp. – Fabaceae] e o amendoim [*Arachis hypogaea* L. – Fabaceae]. Nessa associação, ocorre a formação de estruturas radiculares e/ou caulinares especializadas denominadas nódulos, que são órgãos vegetais com anatomia e fisiologia que proporcionam as condições adequadas para que a fixação biológica do N ocorra (Boyd; Peters, 2013).

Além da associação rizóbio-leguminosa, outras associações entre bactérias diazotróficas e plantas de outras famílias, como as gramíneas, são bem estudadas. Nesses casos, não há a formação de estruturas especializadas como os nódulos, e as bactérias fornecem parcialmente o N demandado pelas espécies hospedeiras (Alves et al., 2015).

Além da capacidade de fixação biológica do N, as bactérias diazotróficas que se associam tanto com leguminosas como com não leguminosas têm diversos outros mecanismos de promoção do crescimento vegetal e podem auxiliar no desenvolvimento de plantas mais vigorosas e com tolerância a estresses (Kavamura et al., 2013, Barbosa et al., 2018).

Ao longo dos anos, esforços têm sido empregados na pesquisa agropecuária brasileira para selecionar microrganismos diazotróficos eficientes para a utilização em inoculantes contendo bactérias fixadoras de N. Esses esforços, após a realização de testes de validação em condições de campo (Brasil, 2011), resultaram em uma listagem oficial do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) contendo 98 bactérias recomendadas especificamente para 53 leguminosas. Além dessas, a partir de 2011, passou a constar na listagem oficial do Mapa a recomendação de 8 estirpes de bactérias diazotróficas para 3 gramíneas de importância econômica: o milho (*Zea mays* L. – Poaceae), o trigo (*Triticum aestivum* L. – Poaceae) e o arroz (*Oryza sativa* L. – Poaceae).

No contexto da agricultura familiar, diversas espécies importantes para a região semiárida brasileira se beneficiam da inoculação com bactérias selecionadas e eficientes. Avaliando a inoculação de milho com as estirpes reconhecidamente eficientes, Sampaio (2013) observou que as plantas de milho inoculadas e adubadas com metade da quantidade recomendada de fertilizante nitrogenado para a cultura apresentaram desenvolvimento vegetativo mais vigoroso e saudável do que aquelas adubadas e não inoculadas. Nesse estudo, os resultados apontam que as plantas inoculadas podem atingir patamares produtivos 40% superiores se comparados com as plantas não inoculadas e submetidas à mesma adubação nitrogenada.

Além de maior produtividade, os isolados bacterianos nativos podem colaborar para que as plantas apresentem tolerância a estresses abióticos como a seca. Kavamura et al. (2013) avaliaram a ação de bactérias isoladas de cactáceas nativas da Caatinga em plantas de milho em um experimento com restrição hídrica moderada. Os resultados demonstraram que, em plantas inoculadas e cultivadas sob condição de restrição hídrica (manutenção da umidade do solo em 30% da capacidade de campo), os isolados bacterianos apresentaram efeito significativo na redução dos efeitos do déficit hídrico quando comparados com o controle.

Em um estudo recente coordenado pela Embrapa Semiárido, isolados de bactérias diazotróficas da gramínea nativa *Trigonella spicata* (da família Poaceae) foram indicados como bactérias promotoras de crescimento do arroz comercial (Fernandes-Júnior et al., 2015). Dentre essas bactérias, isolados de *Pantoea* sp. e *Bacillus* sp., quando inoculados em plantas de três gramíneas forrageiras submetidas à seca severa, proporcionaram, 2 dias após a reidratação, a recuperação das taxas fotossintéticas e respiratórias das plantas a níveis similares aos observados antes do emprego do estresse hídrico, comportamento diferente do observado nas plantas não inoculadas (Santana, 2016). Esses resultados demonstram o potencial dessas bactérias em condições de restrição hídrica, principalmente nos sistemas agrícolas dependentes de chuva no Semiárido brasileiro.

Entre as leguminosas cultivadas, o feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp. – Fabaceae] é uma espécie que merece destaque nos estudos de fixação biológica de nitrogênio em espécies dessa família no Semiárido. Pelo fato de o feijão-caupi ser uma planta capaz de se associar com uma grande diversidade de microrganismos nativos dos solos tropicais, é difícil obter resultados positivos com a inoculação de isolados de rizóbios, uma vez que as bactérias habitantes do solo tendem a ser mais competitivas e menos eficientes, ocupando os nódulos radiculares em detrimento da bactéria inoculada (Thies et al., 1991). Apesar das dificuldades, a seleção de rizóbios para o feijão-caupi no Brasil resultou na obtenção de quatro bactérias muito eficientes e competitivas. Dentre elas, a estirpe BR 3267 de *Bradyrhizobium yuanmingense* foi isolada de solos da região semiárida do município de Petrolina, PE (Martins et al., 2003) e apresenta boa adaptabilidade às condições climáticas da região.

Outra bactéria isolada no perímetro semiárido também tem demonstrado bons resultados. Marinho et al. (2014) avaliaram, em condições de campo com irrigação em Juazeiro, BA, e Petrolina, PE, a eficiência das quatro bactérias atualmente recomendadas para o feijão-caupi e da estirpe BR 3299 da espécie recém-descrita *Microvirga vignae* em quatro variedades recém-desenvolvidas da planta. Os resultados indicam que a eficiência foi dependente do genótipo. Porém, plantas dos genótipos BRS Pujante e BRS Tapaihum apresentaram os maiores teores de proteínas nos grãos se comparados com os de tratamentos não inoculados. Mesmo apresentando eficiência agronômica reconhecida, as quatro bactérias de feijão-caupi recomendadas pelo Mapa têm sido avaliadas paralelamente com bactérias

novas em experimentos na região semiárida. Os resultados indicam que as novas bactérias também podem apresentar uma grande eficiência agronômica como demonstrado com os novos isolados de *Rhizobium* sp. em experimentos em Pesqueira, PE (Fernandes Júnior et al., 2012), de *Bradyrhizobium* sp. em Itaueira, PI (Ferreira et al., 2013) e em Juazeiro, BA (Marinho et al., 2017) e de *Microvirga vignae* em Petrolina, PE, Juazeiro, BA (Marinho et al., 2014) e Teresina, PI (Almeida et al., 2010).

Outras leguminosas de importância agrícola para a região também podem se beneficiar da inoculação de estirpes de rizóbio nativas, como é o caso do amendoim. Para essa cultura, dados recentes têm demonstrado que a estirpe ESA 123 de *Bradyrhizobium* sp. isolada de um solo do município de Barbalha, CE, pode incrementar o desenvolvimento vegetativo em vasos (Santos et al., 2017) e a produtividade de vagens em diferentes condições de campo (Sizenando et al., 2016). Essa bactéria promissora pode ainda reduzir os efeitos danosos do estresse hídrico em diferentes genótipos de amendoim (Barbosa et al., 2018), sendo um isolado promissor para a inoculação do amendoim no Semiárido nordestino.

Esses resultados indicam que novos isolados adaptados à região semiárida poderão ser, a médio prazo, recomendados pelo Mapa para a produção de inoculantes para leguminosas. Esses produtos tecnológicos devem ser adotados em grande escala pelos produtores da região Nordeste, principalmente os de base familiar, pois são tecnologias de baixíssimo impacto ambiental e que tendem a aumentar a produtividade das culturas sem aumento nos custos de produção.

Considerações finais

No Semiárido, a utilização da biodiversidade nativa da Caatinga se apresenta como uma alternativa viável para melhorar a produção e gerar mais renda, o que, consequentemente propiciará a melhoria da qualidade de vida e a permanência da população na região.

Porém, o desafio para o desenvolvimento da região é a consolidação dos potenciais já existentes de forma mais sistematizada e a identificação de novas oportunidades econômicas que se traduzam na geração de emprego e renda para os agentes locais.

Referências

- AGRA, M. F.; FREITAS, P. F.; BARBOSA-FILHO, J. M. Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. **Revista Brasileira Farmacognosia**, v. 17, n. 1, p. 114-140, 2007. DOI: 10.1590/S0102-695X2007000100021.
- ALBUQUERQUE, U. P de; ANDRADE, L. H. C. Uso dos recursos vegetais da Caatinga: o caso do agreste do Estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil). **Interciencia**, v. 27, n. 7, p. 336-346, 2002.
- ALMEIDA, A. L. G.; ALCANTARA, R. M. C. M.; NÓBREGA, R. S. A.; NÓBREGA, J. C. A.; LEITE, L. F. C.; SILVA, J. A. L. Produtividade do feijão-caupi cv. BR 17 Gurguéia inoculado com bactérias diazotróficas simbióticas no Piauí. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 3, p. 364-369, 2010.
- ALMEIDA, J.; SOUZA, A. V.; OLIVEIRA, A. P.; SANTOS, U.; SOUZA, M.; BISPO, L.; TURATTI, I. C.; LOPES, N. Chemical composition of essential oils from (Euphorbiaceae) in two different seasons. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 17, p. 1137-1145, 2015.
- ALVAREZ, I. A.; KIILL, L. H. P. Arborização, floricultura e paisagismo com plantas da Caatinga. **Informativo ABRATES**, v. 24, n. 3, p. 63-67, 2014.
- ALVES, G. C.; VIDEIRA, S. S.; URQUIAGA, S.; REIS, V. M. Differential plant growth promotion and nitrogen fixation in two genotypes of maize by several *Herbaspirillum inoculants*. **Plant and Soil**, v. 387, n. 1-2, p. 307-321, 2015.
- ANJOS, J. B. dos; DRUMOND, M. A. Estratégias de aproveitamento dos co-produtos do coco ouricuri (*Syagrus coronata* Mart.) na alimentação humana e animal do semiárido baiano (Resultados preliminares). In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 8., 2010, São Luís. **Agricultura familiar: crise alimentar e mudanças climáticas globais; anais**. São Luís: Ed. da UEMA: Embrapa, 2010. 1 CD-ROM.
- ARAÚJO, F. P. de. Potencialidades de fruteiras da caatinga. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 27., 2004, Petrolina. [Anais...]. Petrolina: SBB: Embrapa Semi-Árido: Uneb, 2004. 1 CD-ROM.
- ARAÚJO, F. P de. **Enxertia de umbuzeiro e outras espécies do gênero Spondias**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2008. 22 p.

ARAÚJO, F. P. de. **Enriquecimento da Caatinga com umbuzeiros:** caderneta de poupança verde do meio rural para agricultura familiar. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. (Embrapa Semiárido. Instruções técnicas, 92).

ARAÚJO, F. P. de; MELO, N. F. de; VALERIANO, J. C.; COELHO, M. S. E. **Germinação de sementes e produção de mudas de maracujá-do-mato.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012. 4 p. (Embrapa Semiárido. Instruções técnicas, 102).

ARAÚJO, F. P. de; SANTOS, C. A. F.; MELO, N. F. de. **Propagação vegetativa do maracujá do mato:** espécie resistente à seca, de potencial econômico para a agricultura de sequeiro. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2004. 4 p. (Embrapa Semiárido. Instruções técnicas, 61).

ARAÚJO, F. P. de; AIDAR, S. de T.; MATTA, V. M. da; MONTEIRO, R. P.; MELO, N. F. de. **Extrativismo do umbu e alternativas para a manutenção de áreas preservadas por agricultores familiares em Uauá, BA.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. 21 p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 272).

ARNOLD, J. E. M.; PÉREZ, M. R. Framing the issues relating to non-timber forest products research. In: PÉREZ, M. R.; ARNOLD, J. E. M. (Ed.). **Current issues in non-timber forest products.** Bogor: Cifor, 1996.

BARBOSA, D. D.; BRITO, S. L.; FERNANDES, P. D.; FERNANDES-JÚNIOR, P. I.; LIMA, L. M. Can *Bradyrhizobium* strains inoculation reduce water deficit effects on peanuts? **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, v. 34, n. 7, p. 87, 2018.

BARRETO, R. C.; VIANA, A. M. B.; CASTRO, A. C. R. de; VINHAS, N. de J. Plantas ornamentais, produtoras de fibra e com sementes ornamentais. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C.; FIGUEIRÔA, J. M. de; SANTOS JUNIOR, A. G. (Ed.). **Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial.** Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. p. 227-266.

BENTES-GAMA, M. de M.; LIMA, P. de T. N. A. de; OLIVEIRA, V. B. V. de **Recursos florestais não madeireiros:** experiência e novos rumos em Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2006. 16 p. (Embrapa Rondônia. Documentos, 115).

BISPO, L. dos P.; SANTOS, J. T. L.; SILVA, N. B. G. da; KIILL, L. H. P.; SOUZA, A. V. de; AZEVEDO, S. G. de. Resultados preliminares da extração de óleos essenciais de plantas aromáticas nativas da Caatinga em diferentes épocas do ano. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 6., 2011, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. p. 97-102. (Embrapa Semiárido. Documentos, 238).

BISPO, L. dos P.; SANTOS, U. S. dos; SOUZA, M. D. de; SOUZA, A. V. de. Influência da secagem e do tempo de extração no rendimento de óleo essencial de *Croton blanchetianus* Baill. In: SIMPÓSIO IBEROAMERICANO DE PLANTAS MEDICINAIS, 7.; SIMPÓSIO IBEROAMERICANO DE INVESTIGAÇÃO EM CÂNCER, 2., 2014, Ilhéus. **A biodiversidade iberoamericana como fonte de produtos naturais bioativos.** Ilhéus: UESB, 2014.

BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. **Alecrim pimenta:** o Nordeste no mercado mundial de óleos essenciais. Fortaleza, 2003. p. 38-39. (Banco do Nordeste do Brasil. Relatório Social, 2003).

BONDAR, G. Palmeiras nativas do gênero cocos na alimentação dos animais domésticos. **Bahia Rural**, v. 6, n. 67, p. 137-141, jun. 1939.

BONFANTE, P.; GENRE, A. Arbuscular mycorrhizal dialogues: do you speak 'plantish' or 'fungish'? **Trends in Plant Science**, v. 20, n. 3, p. 150-154, 2015.

BOXALL, P. C.; MURRAY, G.; UNTERSCHULTZ, J. R. Non-timber forest products from the Canadian boreal forest: an exploration of aboriginal opportunities. **Journal of Forest Economics**, v. 9, n. 2, p. 75-96, Aug. 2003.

BOYD, E. S.; PETERS, J. W. New insights into the evolutionary history of biological nitrogen fixation. **Frontiers in Microbiology**, v. 4, p. 201, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº13, de 24 de março de 2011. Aprovar as normas sobre especificações, garantias, registro, embalagem e rotulagem dos inoculantes destinados à agricultura, bem como as relações dos micro-organismos autorizados e recomendados para produção de inoculantes no Brasil, na forma dos Anexos I, II e III, desta Instrução. **Diário Oficial da União**, n. 58, 25 mar. 2011. Seção 1, p. 1-12.

CASTRO, A. P. C.; PEREIRA, C. A.; PAZ, C. D.; GAVA, C. A. T. Prospecting yeasts isolates for biological control agents of postharvest diseases in mango. In: INTERNATIONAL MANGO SYMPOSIUM, 10., 2013, Punta Cana. **Mango: opportunities and challenges in the 21st Century: general program: abstracts.** [Punta Cana]: Cedaf: Coniaf, 2013. p. 72.

LICURI. 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/cartilha_licuri.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2008.

COUTINHO, F. P.; FELIX, W. P.; YANO-MELO, A. M. Solubilization of phosphates in vitro by *Aspergillus* spp. and *Penicillium* spp. **Ecological Engineering**, v. 42, p. 85-89, May, 2012. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2012.02.002.

CUNHA, T. J. F.; SA, I. B.; TAURA, T. A.; GIONGO, V.; SILVA, M. S. L. da; OLIVEIRA NETO, M. B. de; ARAUJO FILHO, J. C. de. **Uso atual e ocupação dos solos na margem direita do Rio São Francisco em municípios do estado da Bahia.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. 29 p. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 91).

DUQUE, J.G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas.** 3. ed. Mossoró: Esam, 1980. 376 p. (ESAM. Coleção Mossoroense, 143).

DURVAL, C. M. A produção de flores e a agricultura familiar. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 2, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v32n2/0102-0536-hb-32-02-00241.pdf>>. Acesso em: 8 abr. 2016.

ENDERS, B. A.; GORCHOV, D. L.; BERRY, E. J. Sustainability of a non-timber forest product; effects of alternative leaf harvest practices over 6 years on yield and demography of the palm *Chamaedorea radicalis*. **Forest Ecology and Management**, v. 234, p. 181-191, 2006.

FERNANDES JÚNIOR, P. I.; SILVA JÚNIOR, E. B.; SILVA JÚNIOR, S; SANTOS, C. E. R. S.; OLIVEIRA, P. J.; RUMJANEK, N. G.; MARTINS, L. M. V.; XAVIER, G. R. Performance of polymer compositions as carrier to cowpea rhizobial inoculant formulations: survival of rhizobia in pre-inoculated seeds and field efficiency. **African Journal of Biotechnology**, v. 11, n. 12, p. 2945-2951, 2012. DOI: 10.5897/AJB11.1885.

FERNANDES JUNIOR, P. I.; AIDAR, S. de T.; MORGANTE, C. V.; GAVA, C. A. T.; ZILLI, J. E.; SOUZA, L. S. B. de; MARINHO, R. de C. N.; NÓBREGA, R. S. A.; BRASIL, M. da S.; SEIDO, S. L.; MARTINS, L. M. V. The resurrection plant *Tripogon spicatus* (Poaceae) harbors a diversity of plant growth promoting bacteria in Northeastern Brazilian Caatinga. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 993-1002, 2015.

FERREIRA, L. V. M.; NÓBREGA, R. S. A.; NÓBREGA, J. C. A.; AGUIAR, F. L.; MOREIRA, F. M. S.; PACHECO, L. P. Biological nitrogen fixation in production of *Vigna unguiculata* (L.) Walp, family farming in Piauí, Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v. 5, n. 4, p. 153-160, 2013.

FOLLI-PEREIRA, M. S.; MEIRA-HADDAD, L. S.; BAZZOLI, D. M. S.; KASUYA, M. C. M. Micorriza arbuscular e a tolerância das plantas ao estresse. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 6, p. 1083-1091, nov.-dez. 2012. DOI: 10.1590/S0100-06832012000600001 .

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. O setor produtivo de flores e plantas ornamentais do Brasil, no período de 2008 a 2013: atualizações, balanços e perspectivas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 20, n. 2, p. 115-120, 2014.

KAVAMURA, V. N.; SANTOS, S. N.; SILVA, J. L.; PARMA, M. M.; ÁVILA, L. A.; VISCONTI, A.; ZUCCHI, T. D.; TAKETANI, R. G.; ANDREOTE, F. D.; MELO, I. S. Screening of Brazilian cacti rhizobacteria for plant growth promotion under drought.

Microbiological Research, v. 168, n. 4, p. 183-191, May 2013. DOI: 10.1016/j.micres.2012.12.002.

KIILL, L. H. P.; TERAO, D.; ALVAREZ, I. A. **Plantas ornamentais da Caatinga**. Ornamental plants of the Caatinga. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 139 p.

KIILL, L. H. P.; SOUZA, A. V. V.; AZEVEDO, S. G. de; Levantamento de plantas nativas da Caatinga como potencial medicinal e aromático em comunidades do Território Sertão do São Francisco. In: DIAS, T.; EDIT, J. S.; UDRY, C. **Diálogos de saberes: relatos da Embrapa**. Brasilia, DF: Embrapa, 2016. p. 415-424. (Coleção Povos e Comunidades Tradicionais, 2.).

KLOCK, M. M.; BARRETT, L. G.; THRALL, P. H.; HARMS, K. E. Host promiscuity in symbiont associations can influence exotic legume establishment and colonization of novel ranges. **Diversity and Distributions**, v. 21, p. 1193-1203, Aug. 2015. DOI: 10.1111/ddi.12363.

LACERDA-JÚNIOR, G. V.; NORONHA, M. F.; CABRAL, L.; DELFORNO, T. P.; SOUSA, S. T. P. de; FERNANDES-JÚNIOR, P. I.; MELO, I. S.; OLIVEIRA, V. M. Land use and seasonal effects on the soil microbiome of a brazilian dry forest. **Frontiers in Microbiology**, v. 10, p. 648, 2019. DOI: 10.3389/fmicb.2019.00648.

MARINHO, R. de C. N.; FERREIRA, L. de V. M.; SILVA, A. F. de; MARTINS, L. M. V.; NÓBREGA, R. S. A.; FERNANDES-JÚNIOR, P. I. Symbiotic and agronomic efficiency of new cowpea rhizobia from Brazilian Semi-Arid. **Bragantia**, v. 76, n. 2, p. 273-281, Apr./June 2017. DOI: 10.1590/1678-4499.003.

MARINHO, R. C. N.; NÓBREGA, R. S. A.; ZILLI, J. É.; XAVIER, G. R.; SANTOS, C. A. F.; AIDAR, S. T.; MARTINS, L. M. V.; FERNANDES JÚNIOR, P. I. Field performance of new cowpea cultivars inoculated with efficient nitrogen-fixing rhizobial strains in the Brazilian Semiarid. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 5, p. 395-402, May, 2014. DOI: 10.1590/S0100-204X2014000500009.

MARTINS, L. M. V.; XAVIER, G. R.; RANGEL, F. W.; RIBEIRO, J. R. A.; NEVES, M. C. P.; MORGADO, L. B.; RUMJANEK, N. G. Contribution of biological nitrogen fixation to cowpea: a strategy for improving grain yield in the semi-arid region of Brazil. **Biology and Fertility of Soils**, v. 38, p. 333-339, Aug. 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Caroá: Neoglaziovia variegata**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2012. 25 p. (Série: Boas Práticas de Manejo para o Extrativismo Sustentável Orgânico).

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: Ed. da Ufla, 2006. 729 p.

NASCIMENTO, J. M. L.; SANTOS, M. R. B.; QUEIROZ, M. A. A.; YANO-MELO, A. M. Desenvolvimento vegetativo e associação micorrízica em plantas de mandioca adubadas com resíduo agroindustrial. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 23, p. 727-734, mar.-abr. 2014. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n2p727.

OLIVEIRA, J. R. G.; SILVA, E. M.; RIOS, T. T.; MELO, N. F.; YANO-MELO, A. M. Response of an endangered tree species from Caatinga to mycorrhization and phosphorus fertilization. **Acta Botanica Brasílica**, v. 29, n. 1, p. 94-102, Jan./Mar. 2015. DOI: 10.1590/0102-33062014abb3420.

PAREYN, F. G. C. A importância da produção não madeireira na Caatinga. In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (Org.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília, DF: MMA: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368 p.

PARTIDA-MARTINEZ, L. P. P.; HEIL, M. The microbe-free plant: fact or artefact? **Frontiers in Plant Science**, v. 2, p. 100, Dec. 2011. DOI: 10.3389/fpls.2011.00100.

REMY, W.; TAYLOR, T. N.; HASS, H.; KERP, H. Four hundred-million-year-old vesicular arbuscular mycorrhizae. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 91, n. 25, p. 11841-11843, 1994. DOI: 10.1073/pnas.91.25.11841.

RIBEIRO, M. B. Fibrocultura: o semi-árido é o paraíso das fibras vegetais. In: RIBEIRO, M. B. (Ed.). **A potencialidade do semi-árido brasileiro**. Brasília, DF: Revan, 2007. p. 121-136.

SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C.; FIGUEIRÔA, J. M. de; SANTOS JUNIOR, A. G. Utilização das plantas nativas do Nordeste. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C.; FIGUEIRÔA, J. M. de; SANTOS JUNIOR, A. G. (Ed.). **Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. p. 9-13.

SAMPAIO, A. A. **Contribuição de bactérias diazotróficas para o desenvolvimento vegetativo e produção de milho na região do submédio São Francisco**. 2013. 85 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro.

SANTANA, S. R. A. **Respostas morfológicas de plantas forrageiras submetidas ao déficit hídrico com inoculação de bactérias diazotróficas**. 2016. 78 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina.

SANTOS, J. W. M. dos; SILVA, J. F. da; FERREIRA, T. D. dos S.; DIAS, M. A. M.; FRAIZ, A. C. R.; ESCOBAR, I. E. C.; SANTOS, R. C. dos; LIMA, L. M. de; MORGANTE, C. V.; FERNANDES JÚNIOR, P. I. Molecular and symbiotic characterization of peanut bradyrhizobia from the semi-arid region of Brazil. *Applied Soil Ecology*, v. 121, p. 177-184, Dec. 2017. DOI: 10.1016/j.apsoil.2017.09.033.

SANTOS, A. J.; HILDEBRAND, E.; PACHECO, C. H. P.; PIRES, P. T. L.; ROCHADELLI, R. Produtos não madeireiros: conceituação, classificação, valoração e mercados. *Revista Floresta*, v. 33, n. 2, p. 215-224, 2003.

SANTOS, S. N.; KAVAMURA, V. N.; SILVA, J. L.; MELO, I. S.; ANDREOTE, F. D. Plant growth promoter rhizobacteria in plants inhabiting harsh tropical environments and its role in agricultural improvements. In: MAHESHWARI, D. K. (Ed.). *Plant Growth and Health Promoting Bacteria*. Berlin: Springer-Verlag. p. 251-272, 2011.

SEBRAE. *Flores e plantas ornamentais do Brasil*. Brasília, DF, 2015. 42 p. (Serie Estudos Mercadológicos, 1).

SILVA, M. das G. C. P. C.; BARRETO, W. de S.; SERÔDIO, M. L. **Comparação nutricional da polpa dos frutos de juçara e de açaí**. [S.I.]: Cepec: Ceplac, 2010. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/compara%C3%A7%C3%A3o%20da%20polpa%20de%20ju%C3%A7ara%20e%20a%C3%A7a%C3%AD.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2010.

SILVA, F. B. R. e; RICHE, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C. de; BRITO, L. T. de L.; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, A. B. da; ARAUJO FILHO, J. C. de; LEITE, A. P. **Zoneamento agroecológico do Nordeste**: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA; Recife: EMBRAPA-CNPS, 1993. 2 v. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 80).

SILVA, E. M.; MELO, N. F.; MENDES, A. S. M.; ARAÚJO, F. P.; MAIA, L. C.; YANO-MELO, A. M. Response of *Passiflora setacea* to mycorrhization and phosphate fertilization in a Semiarid region of Brazil. *Journal of Plant Nutrition*, v. 38, p. 431-442, 2015b. DOI: 10.1080/01904167.2014.934472.

SILVA, E. M.; MAIA, L. C.; MENEZES, K. M. S.; BRAGA, M. B.; MELO, N. F.; YANO-MELO, A. M. Water availability and formation of propagules of arbuscular mycorrhizal fungi associated with sorghum. *Applied Soil Ecology*, v. 94, p. 15-20, Oct. 2015a. DOI: 10.1016/j.apsoil.2015.05.004.

SILVA, T. S.; FREIRE, E. M. X. Abordagem etnobotânica sobre plantas medicinais citadas por populações do entorno de uma unidade de conservação da caatinga do Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 12, n. 4, p. 427-435, 2010.

SIZENANDO, C. I. T.; RAMOS, J. P. C.; FERNANDES-JUNIOR, P. I.; LIMA, L. M. DE; FREIRE, R. M. M.; SANTOS, R. C. dos. Agronomic efficiency of Bradyrhizobium in peanut under different environments in Brazilian Northeast. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 37, p. 3482-3487, 2016

THIES, J. E.; SINGLETON, P. W.; BOHLOOL, B. B. Influence of the size of indigenous rhizobial populations on establishment and symbiotic performance of introduced rhizobia on field-grown legumes. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 57, p. 19-28, 1991.

VIEIRA, P. B.; SILVA, N. L. F.; DA SILVA, G. N. S.; SILVA, D. B.; LOPES, N. P.; GNOATTO, S. C. B.; SILVA, M. V.; MACEDO, A. J.; BASTIDA, J.; TASCA, T. Caatinga plants: Natural and semi-synthetic compounds potentially active against *Trichomonas vaginalis*. **Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters**, v. 26, n. 9, p. 2220-2236, Mar. 2016. DOI: 10.1016/j.bmcl.2016.03.061.

WICKENS, G. E. Management issues for development of non-timber forest products. **Unasylva**, v. 42, n. 165, p. 3-8, 1991.

Capítulo 2

As principais culturas anuais e bianuais na agricultura familiar

*Alineaurea Florentino Silva
Amadeu Regitano Neto*

A prática da agricultura em áreas dependentes de chuva sempre teve grande importância quando associada à alimentação humana ou animal, principalmente em espaços ocupados por propriedades de base familiar. Na intenção de obter alimento para atravessar o ano e as intempéries climáticas, o homem do campo nordestino e, em especial, o sertanejo, sempre preencheu seu dia buscando gerar alimentos e conservá-los da melhor maneira possível.

A conservação desses alimentos, prioritariamente destinada para a alimentação humana e, só depois da década de 1980, praticada para alimentar também os animais, acabou desencadeando novas formas de processamento dos produtos colhidos ou coletados, enriquecendo ainda mais a culinária habitual. Vale aqui lembrar, por exemplo, as farinhas de mandioca, o beiju, as famosas coalhadas (escorridas¹ ou não), os queijos, as manteigas de garrafa, as paçocas de carne seca e tantas outras iguarias encontradas no passado nas casas de campo e hoje vistas até industrializa-

¹ Coalhada escorrida é uma iguaria sertaneja preparada com leite fermentado até ponto de coalhada e, em seguida, escorrida num tecido até a retirada de mais de 80% do líquido presente. É muito semelhante ao queijo cottage, um queijo magro muito consumido no Sudeste do País.

das, transformadas em mercadoria no atual sistema econômico brasileiro, ou inseridas ainda timidamente nos ambientes caracterizados por uma gastronomia gourmet.

As principais culturas historicamente cultivadas nas áreas dependentes de chuva são, sem dúvida, feijão (*Phaseolus vulgaris*), mandioca² (*Manihot esculenta* Crantz), milho (*Zea mays*), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) (em áreas restritas a baixios, espaços úmidos ou em barragens subterrâneas), amendoim (*Arachis hypogaea*), sorgo (*Sorghum bicolor*) e algodão (*Gossypium hirsutum* L.). Essas espécies normalmente ocupam a maior parte das terras agricultáveis nas áreas dependentes de chuva, variando sua dimensão em área de acordo com a disponibilidade de sementes, a necessidade do produto, o valor econômico vigente ou mesmo a vocação do agricultor. Outras espécies, como a fava (*Phaseolus lunatus*) e o inhame (*Dioscorea* sp.), são historicamente cultivadas em áreas do Semiárido brasileiro mais úmidas, próximas à Zona da Mata, ou mesmo no Agreste, em espaços de solo que provê uma condição melhor para o desenvolvimento dessas espécies. A fava, por exemplo, é plantada, muitas vezes, junto com o milho, que, ao ser colhido, serve de tutor para essa planta.

Ainda que de forma discreta, técnicos e pesquisadores que trabalham no Semiárido, por vezes, demonstram certa resistência em recomendar ou incentivar o cultivo de espécies anuais para áreas dependentes de chuva. Diversas razões levam ao descrédito desses profissionais em relação às culturas de ciclo anual, principalmente em áreas de agricultura de base familiar. As condições climáticas em vigor na região semiárida impõem às safras esperadas risco maior do que várias operações financeiras no sistema bancário. As chuvas irregulares, as estiagens prolongadas, a insolação alta, os baixos preços de venda, etc.: todos esses são aspectos que fogem do controle do agropecuarista e impõem a certeza do risco iminente da atividade.

Os altos custos de horas-máquina, insumos, mão de obra (caso seja contratada) e processamento colocam a produção dessas áreas em claro

² Mandioca-de-mesa, mandioca-mansa, macaxeira (nome popular pelo qual é conhecida no Nordeste) ou aipim são nomes comuns para as variedades que têm teores menores do que 100 mg kg⁻¹ de ácido cianídrico, indicando que podem ser consumidas cozidas ou fritas com segurança. Já mandioca-brava é o nome comum para variedades de mandioca que têm teores de 100 mg kg⁻¹ de ácido cianídrico ou mais.

prejuízo quando comparadas com as produções das amplas áreas empresariais do Sul e Sudeste do País, onde a busca por preços baixos na compra, geralmente coletiva, de insumos e altos na revenda contam a favor do resultado positivo para os produtores dessas regiões. O feijão produzido pela agricultura familiar, mesmo atendendo a todas as recomendações técnicas agronômicas possíveis, muitas vezes, já sai da propriedade com custo mais elevado do que o dos importados que chegam ao Sudeste do País (Conab, 2019).

Quando comparado com outros ambientes, o Semiárido brasileiro é um espaço geográfico cuja maior expressão fisiográfica é a escassez hídrica intensa ao longo do ano, que se materializa e se veicula sob a forma de fenômeno da seca e precede todas as características pedológicas e fitogeográficas, apresentando-as como resultado dessa condição climática severa. A pluviosidade média anual do Semiárido não ultrapassa os 800 mm, enquanto a evaporação atinge patamares de mais de 2.000 mm no mesmo período, o que constitui um balanço hídrico negativo. A situação agrava-se quando incide sobre a área uma insolação anual média em torno de 2.800 h. As temperaturas médias anuais oscilam entre 23 °C e 27 °C, e a umidade relativa média anual chega a 50% (Moura et al., 2018). Essas condições fazem do Semiárido brasileiro um espaço geográfico de extremos, onde a convivência com a escassez hídrica é mais do que uma necessidade, é a chance da sobrevivência.

A Caatinga, bioma inserido no Semiárido, tem características próprias, grande biodiversidade e um conjunto de espécies vegetais e animais não visto em nenhuma outra parte do mundo. Espécies nativas vegetais adaptadas, com variadas formas de tolerância ao deficit hídrico e a altas temperaturas, como mandacaru (*Cereus jamacaru*), facheiro (*Pilosocereus pachycladus*) e xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), dividem o espaço com uma fauna adaptada, como tatupeba (*Euphractus sexcinctus*), veado, pássaros, etc. Nessas condições, fica cada vez mais difícil cultivar espécies de plantas anuais num sistema de agricultura principalmente de base familiar convencional. Já os sistemas de produção alternativos e diversificados no bioma Caatinga propõem para o agricultor fontes diferentes de renda, amenizando os riscos decorrentes das prováveis perdas de safra ocorridas constantemente.

No presente capítulo, serão descritas tecnicamente algumas espécies anuais e bianuais presentes e cultivadas no Semiárido brasileiro visando à alimentação humana ou animal ou mesmo ao processamento em indústrias caseiras com fins de aumentar o valor de venda do produto. Nesse sentido, serão consideradas prioritariamente as culturas do milho, feijão, mandioca e sorgo, todas importantes para a agricultura de áreas dependentes de chuva no Semiárido brasileiro. Espera-se, ao fim deste capítulo, deixar com o leitor um panorama claro e aberto da situação atual dessas espécies e a possibilidade real de seus cultivos nas condições de áreas dependentes de chuva.

Cultivo do milho

Aspectos culturais

O milho é uma cultura ainda muito presente nas áreas de agricultura no Semiárido. Apesar do risco de frustração de safra, muitos agricultores ainda insistem em mantê-lo dentre as espécies cultivadas visando à produção de espigas para alimentação humana. Caso não se consiga a produção de espigas, a palha ou resto cultural é aproveitado como ração para animais. Essa prática ainda persiste entre os agricultores do Semiárido, reforçando mais ainda o milho como uma cultura emblemática na quase totalidade da região nordestina.

Em todos os anos, principalmente nos de seca, as perdas de safra de milho refletem não somente as condições de solo e práticas agrícolas, mas principalmente os aspectos do clima, que tornam a colheita, especialmente dos grãos, cada vez mais incerta e rara. Na Figura 1, está apresentado o percentual de municípios do Semiárido brasileiro em que a área colhida de milho foi igual ou inferior a 50% da inicialmente plantada. Pode-se observar, por exemplo, que, em 2012, quando iniciou uma das secas mais severas dos últimos 100 anos, dos 1.134 municípios existentes na área que abrange o Semiárido brasileiro e em que foi plantado milho, 55,17% deles colheram 50% ou menos da área plantada no mesmo ano. Em 2013, esse número caiu para 30,28%, o que representa 331 municípios que também colheram 50% ou menos das suas áreas plantadas em 2013. Em 2014, esse número chegou a 26,99%, mostrando um quadro bem menos preocupante quando

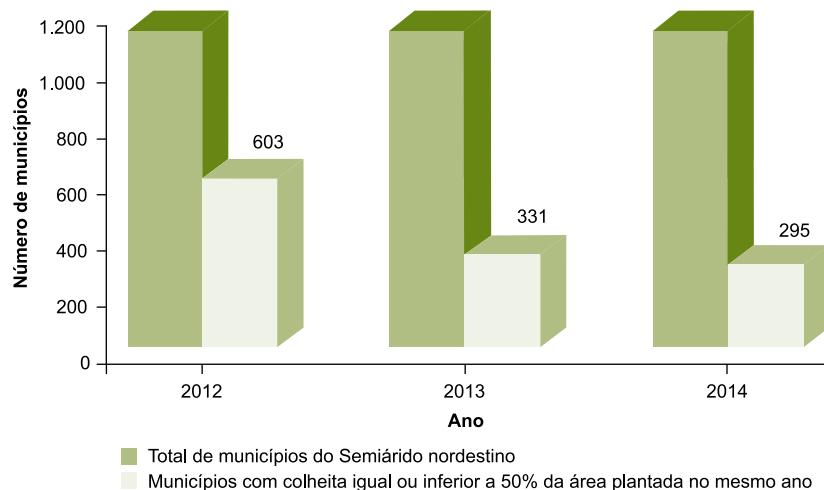


Figura 1. Número de municípios do Semiárido que colheram 50% ou menos de suas áreas plantadas nos anos de 2012, 2013 e 2014.

Fonte: IBGE (2016).

comparado ao do ano de 2012. Essas áreas, em sua maioria, são dependentes de chuva, e esses dados reforçam o grande risco associado ao cultivo do milho no Semiárido brasileiro.

Alguns municípios do Semiárido, mesmo passando por períodos de déficit hídrico, ainda arriscam o cultivo do milho (Tabela 1). Apesar disso, tanto o tamanho da área plantada como a quantidade de milho colhida (Tabela 2) revelam certa instabilidade em regiões onde as estiagens são frequentes. Os dados das Tabelas 1 e 2 apresentam um retrato da produtividade de grãos nesses municípios, que não passa de 1 t ha^{-1} , o que leva o produtor a utilizar, muitas vezes, apenas a palhada gerada com o que plantou. Nesse caso, o milho torna-se uma cultura forrageira dispendiosa, diferentemente do sorgo ou capim-buffel (*Cenchrus ciliaris*).

Diante de um panorama com grandes possibilidades de perdas ou frustração de safras, como apresentado na Figura 1, tem-se a cultura do milho como uma das tecnicamente menos indicadas para o plantio em áreas dependentes de chuva no Semiárido brasileiro. Mesmo assim, nessa região, apesar do pouco uso das tecnologias desenvolvidas e disponíveis para cultura do milho (Figura 2), os agricultores continuam plantando essa espécie devido a uma tradição secular que envolve aspectos religiosos e culturais. Assim, o

Tabela 1. Área plantada por ano com a cultura do milho (*Zea mays*) em municípios localizados do Semiárido pernambucano.

| Município | Área plantada (ha) | | | | |
|--------------------------|--------------------|--------|--------|-------|--------|
| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| Afrânio | - | 3.000 | 3.500 | 2.100 | 4.000 |
| Araripina | 12.000 | 13.000 | 12.000 | - | 8.000 |
| Bodocó | 5.500 | 5.000 | 3.000 | - | 3.000 |
| Dormentes | - | 4.600 | 2.600 | 1.800 | 4.000 |
| Exu | 10.000 | 5.200 | 6.500 | - | 6.000 |
| Ipubi | 3.300 | 5.500 | 5.500 | - | 4.000 |
| Ouricuri | 9.000 | 13.000 | 13.000 | - | 12.000 |
| Petrolina | 3.000 | 4.200 | 3.800 | 2.100 | - |
| Salgueiro | 1.000 | 1.000 | 10.000 | - | 30 |
| Santa Maria da Boa Vista | 600 | 1.500 | 700 | 1.200 | - |

Fonte: IBGE (2016).

Tabela 2. Quantidade produzida pela cultura do milho (*Zea mays*) por ano em municípios localizados do Semiárido pernambucano.

| Município | Quantidade produzida (t) | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------|------|---------------------|------|
| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 ⁽¹⁾ | 2014 |
| Afrânio | - | 1.080 | 0 | - | 12 |
| Araripina | 5.000 | 3.150 | 0 | - | 760 |
| Bodocó | 1.848 | 210 | 0 | - | 360 |
| Dormentes | - | 1.748 | 0 | - | 160 |
| Exu | 4.800 | 600 | 0 | - | 400 |
| Ipubi | 1.008 | 1.375 | 8 | - | 380 |
| Ouricuri | 2.340 | 1.850 | 4 | - | 413 |
| Petrolina | 240 | 1.344 | 0 | - | - |
| Salgueiro | 180 | 300 | 0 | - | - |
| Santa Maria da Boa Vista | 120 | 390 | 0 | - | - |

⁽¹⁾ Os dados do ano 2013 não estão na base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
Fonte: IBGE (2016).



Fotos: Alineaurea F. Silva

Figura 2. Cultivo de milho (*Zea mays*) em área dependente de chuva na comunidade Caiçara, em Petrolina, PE, em 2012.

milho permanece presente nas opções de cultivo, em menor escala do que no passado (principalmente quando são disponibilizadas, no mercado, as variedades que se adaptam melhor a essas condições climáticas), mas sendo ainda a primeira espécie a ser procurada, junto com o feijão, pelos agricultores de base familiar quando ocorrem as primeiras chuvas.

Sistemas de cultivos

Para o plantio de milho, é importante que sejam observados certos detalhes tendo em vista o pleno estabelecimento inicial da cultura em campo e o aproveitamento adequado dos recursos naturais presentes. Em área dependente de chuva, é importante preparar o solo logo nas primeiras chuvas, deixando o espaço pronto para o plantio imediato a qualquer momento. Embora o plantio mecanizado de milho em áreas dependentes de chuva ainda seja uma realidade restrita a pequenas áreas de cultivo, algumas adaptações já são adotadas, inclusive com plantadeiras-adubadeiras acopladas aos implementos, como grade ou arado. No município de Dormentes, no Sertão pernambucano, alguns produtores lançam mão dessas adaptações nas oficinas e alcançam uma eficiência muito maior, podendo inclusive promover uma forma de plantio direto

do milho numa área de capim-buffel, o que apresenta alguns benefícios. O cultivo simultâneo do milho com outras espécies vegetais, como o feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), a fava, a abóbora (*Cucurbita sp.*) e o amendoim, só tem a contribuir para a manutenção da fertilidade do solo. Além disso, reduz a incidência de pragas e doenças e permite a diversidade de cultivos, o que faz aumentar as alternativas de fonte de renda na propriedade.

Apesar de todos esses benefícios, o cultivo simultâneo de milho com outras espécies, principalmente as citadas acima, que normalmente fazem parte da dieta do homem do campo das áreas dependentes de chuva, deve ser realizado com cuidados redobrados no que tange aos aspectos de espaçamento e tratos culturais para evitar problemas para as duas ou três culturas envolvidas. No caso do uso do sistema consorciado de produção, conhecido atualmente como sistema simultâneo de cultivo, é preciso adotar espaçamentos equilibrados para todas as espécies envolvidas; recomenda-se, na maioria dos casos, 1,0 m x 1,0 m x 1,0 m ou 1,0 m x 1,0 m x 2,0 m, deixando-se espaços maiores no meio do cultivo para o acesso de veículos a tração animal (como carroças) ou pulverizadores. Esse sistema, em casos específicos, é utilizado até mesmo com suplementação de água de poço (Figura 3). Porém, para essa situação, se faz necessária uma avaliação prévia criteriosa do solo local e da água disponível para não transformar uma opção para fornecimento de alimento em um problema ambiental (como a salinidade).

Independentemente de ser cultivado isolado ou simultaneamente com outras culturas, o milho é uma cultura que exige solos férteis e razoável disponibilidade hídrica. Por isso, antes de planejar o cultivo dessa gramínea, é prioritário ter em mãos uma recente análise do solo da área e com ela determinar a adubação que será necessária. A adubação do milho perfaz menos de 30% dos custos de produção e pode permitir dobrar a produtividade, com as mesmas despesas fixas. Portanto, faz-se necessário deixar esses valores bem claros antes de se optar pelo cultivo do milho em áreas dependentes de chuva no Semiárido.

As sementes utilizadas para o plantio do milho em áreas dependentes de chuva normalmente são aquelas armazenadas da colheita do ano anterior. Porém, diante da incerteza da produção nessas áreas, os agricultores lançam mão de sementes vindas de órgãos públicos, como prefeitura ou órgãos de assistência técnica local. Em algumas regiões nordestinas, o hábito de armazenamento de sementes para plantio em anos posteriores



Foto: Alineaurea F. Silva

Figura 3. Milho (*Zea mays*) produzido com suplemento de água de poço na comunidade Lagoa dos Cavalos, Petrolina, PE, em 2013.

já se tornou uma forma reconhecida e viável de condução do sistema de produção, sendo importante para os agricultores de base familiar com vistas à conservação de materiais genéticos essenciais para o local e à facilidade de disponibilização na hora conveniente, isso é, na estação chuvosa (Santos et al., 2012a).

Dentre as cultivares mais apropriadas para a região, podem-se citar algumas que foram selecionadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), como a 'BRS Gorutuba', a 'BRS Caatingueiro' e a 'BRS Sertanejo' (Oliveira et al., 2007). A 'BRS Gorutuba' é considerada precoce, alcançando produtividade média entre 4.400 kg ha⁻¹ e 4.800 kg ha⁻¹, sendo adequada para regiões com alto risco climático, como o Semiárido, pois aumenta as chances de colheita (Carvalho et al., 2010). Outra cultivar já bastante disseminada na região semiárida é a 'BRS Caatingueiro', que alcança até 3.000 kg ha⁻¹ em condições dependentes de chuva. Também considerada precoce em testes realizados em mais de 200 ambientes por 9 anos de pesquisa em campo, essa cultivar tem sido bem aceita dentre os agricultores por sua precocidade, característica importantíssima em condições de alto risco climático como as do Semiárido (Carvalho et al., 2004).

Além do uso de sementes de cultivares mais adaptadas, as condições mais favoráveis para produção de milho em áreas dependentes de chuva envolvem tratos culturais, como realização das capinas constantes, uso

de correção de solo com calcário e adição de esterco. O cultivo de espécies simultâneas, como feijão ou amendoim, melhora substancialmente a nutrição da cultura graças ao aporte de nitrogênio que é realizado pelas leguminosas. É importante levar esse fato em consideração no dimensionamento do espaçamento, pois, sob condições favoráveis ao milho, o feijão ou a outra leguminosa associada podem sofrer reflexos negativos em sua produtividade, tendo em vista a agressividade do milho como gramínea de alto desempenho. Qualquer prática que possa melhorar a condição de fertilidade e o teor de matéria orgânica do solo traz reflexos benéficos ao cultivo do milho em áreas dependentes de chuva.

O uso de adubos fosfatados ou orgânicos disponíveis na propriedade, mesmo sendo algo impensável no passado (quando se preconizava que, em áreas de baixa tecnologia, não seria viável o uso de insumos agrícolas), é outro aspecto importante para garantir o sucesso da lavoura do milho no Semiárido (Melo et al., 2009). Além de melhorar a nutrição da planta, o enriquecimento do solo com esses elementos proporciona maior resistência do milho ao ataque de pragas e doenças e mantém melhor condição hídrica do solo, facilitando o sucesso da colheita. Já a palhada do milho também se presta ao cultivo como cobertura morta e adubaçāo verde em sistemas mais sustentáveis, denominados ecológicos, por ser uma excelente fonte de carbono a ser adicionado ao solo (Silva et al., 2008).

Resumo das recomendações para cultivo de milho em área dependente de chuva

- Época de plantio das principais cultivares: início da estação chuvosa, após acúmulo aproximado de 30 mm de chuva, de acordo com a recomendação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).
- Produtividade esperada em área dependente de chuva com uso mínimo de insumos e correção do solo: pode alcançar de 2.000 kg ha⁻¹ a 3.000 kg ha⁻¹.
- Espaçamento e densidade de plantio: 1,0 m x 0,2 m, sendo 1,0 m entre fileiras e 0,20 m entre plantas, com uma planta por cova. Isso equivale a aproximadamente 50 mil plantas por hectare. Caso o milho esteja cultivado em consórcio ou cultivo simultâneo, esse valor é bem menor (em torno de 30 mil plantas por hectare).

- Correção do solo e adubação: de acordo com a análise de solo, priorizam-se correção do pH e uso de esterco (Santos et al., 2016). O uso de esterco e a adoção de sistemas mais ecológicos trazem benefícios inclusive para ambientes com solos salinos.
- Manutenção de capinas periódicas: é importante, principalmente na fase inicial (30 a 45 dias), para o estabelecimento da cultura e o aproveitamento máximo da disponibilidade hídrica.
- Profundidade da semeadura: precisa ser entre 2 cm e 7 cm.
- Consumo médio de sementes está em torno de 30 kg ha⁻¹.

Cultivo do sorgo

No Brasil, o sorgo tem múltiplas aplicações, podendo ser cultivado visando à produção de grãos, forragem, biomassa, etanol e vassoura, entre outros usos. A produção de grãos no Norte e Nordeste brasileiros está em 395 mil toneladas (Conab, 2019). A verdadeira aptidão da espécie no Nordeste do Brasil é a produção de forragem, sendo importante componente na alimentação dos rebanhos nas bacias leiteiras da região.

O tipo de sorgo mais plantado no centro-sul do Brasil é o granífero, sendo responsável por 82,7% da produção total brasileira, o que corresponde a cerca de 2,3 milhões de toneladas (Conab, 2019). Considerando que o total da produção mundial é de 57,1 milhões de toneladas (Estados Unidos, 2019), a produção brasileira de grãos de sorgo é proporcionalmente pequena (o País ocupa a posição de décimo maior produtor mundial), mas tem apresentado crescimento constante de ano para ano. Já a produção de grãos dos Estados Unidos, maior produtor mundial, foi superior a 9 milhões de toneladas.

O sorgo é bastante versátil quanto à sua utilização; plantas com diversas aptidões (com ou sem grãos) podem entrar na dieta dos animais, e esse aspecto é bastante favorável ao produtor de regiões semiáridas. No início da utilização do sorgo como forragem, entretanto, animais alimentados com plantas jovens e/ou rebrotas foram intoxicados, já que ocorre o acúmulo de composto cianogênico (HCN) nas folhas superiores da planta. No passado, isso causou a morte de animais e deixou dúvidas em relação ao seu uso entre produtores rurais (Amorin et al., 2006). Atualmente, os sistemas de produção e manejo do sorgo alertam para essa possibilidade e esclarecem o produtor pecuarista.

Aspectos culturais

O sorgo é originário de uma região quente e seca da África subsariana, o Sahel, situado entre o deserto do Saara (ao norte) e a savana do Sudão (ao sul), compreendendo toda a faixa de terra entre o Oceano Atlântico e o Mar Vermelho. Essa condição provavelmente moldou a espécie para resistir a condições extremas de temperatura e deficit hídrico. Fisiologicamente, a espécie apresenta um conjunto de características que conferem boa adaptação às condições do Semiárido.

Dentre as características adaptativas do sorgo às condições ambientais prevalentes no Semiárido, podem-se relacionar:

- Elevada eficiência do uso da água. Para fins de comparação, observe-se que a espécie consegue produzir 1 kg de matéria seca utilizando entre 150 L e 300 L de água, enquanto o milho necessita de um mínimo de 450 L. Além disso, é possível produzir forragem de sorgo com precipitação de 300 mm durante o ciclo, enquanto a forragem de milho exige 600 mm.
- Superfície foliar (cutícula) revestida por uma grossa camada de cutina, que confere proteção contra a perda de água não estomática.
- Folhas do sorgo, que têm a capacidade de se enrolar, reduzindo a área foliar exposta ao tempo (assim, as folhas permanecem verdes, não entrando em senescênciia durante o estresse hídrico, e toda a planta entra em estágio de dormência quando passa por período de deficit hídrico, retornando ao seu desenvolvimento quando a água é restabelecida).
- Sistema radicular profundo e ramificado, com taxas de crescimento superiores a 1 cm por dia, atingindo profundidade superior a 1 m e explorando bem o solo.
- Perfilhamento, quando uma única planta dá origem a vários rebentos laterais produtivos, conhecidos como perfilhos.

Na Figura 4, observa-se um plantio de sorgo 'BRS Ponta Negra' em área experimental da Embrapa Semiárido.

Foto: Amadeu Negitano Neto



Figura 4. Plantio de sorgo (*Sorghum bicolor*) 'BRS Ponta Negra' em área da Embrapa Semiárido.

Depois da colheita de grãos, o produtor ainda dispõe de todo o resto-lho da cultura do sorgo (composto de colmo e folhas), que pode ser servido ao rebanho de ruminantes em época de escassez de alimentos. A cultura ainda apresenta a capacidade de rebrota após a colheita, quando as plantas produzem novas emissões e perfilhos, que podem ser explorados pelo produtor sem o custo de plantio adicional.

Aptidão, cultivo e uso do sorgo no Semiárido

Sorgo granífero

O sorgo é uma espécie produtora de grãos com elevada qualidade nutricional, que podem ser consumidos pela população na forma de fari-nhas e outros preparados ou por animais de criação como componente de rações. O grão de sorgo é alimento básico de populações de vários países da África e Ásia e fonte para produção de bebidas alcoólicas. Porém, no Brasil, seu uso ainda não atingiu níveis significativos.

Os grãos são fonte energética essencial e substituem os do milho em alguns países de clima tropical. O sorgo é a cultura que tem mais possibilidades de solucionar o problema da carência energética da dieta de muitas populações menos privilegiadas, inclusive as que vivem no Semiárido brasileiro.

A composição nutricional dos grãos do sorgo pode ser verificada na Tabela 3, que apresenta algumas informações existentes na literatura.

Tabela 3. Composição de grãos de sorgo (*Sorghum bicolor*).

| Composição ⁽¹⁾ | Valadares Filho et al. (2006) | Igarasi et al. (2008) |
|--------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| MS (%) | 87,90 | 61,48 |
| Proteína bruta (% MS) | 9,54 | 9,66 |
| Fibra em detergente neutro (% MS) | 14,21 | 8,22 |
| Nutrientes digestíveis totais (% MS) | 80,35 | 89,24 |
| Digestibilidade (% MS) | 70,32 | - |

⁽¹⁾MS = matéria seca.

O sorgo granífero é cultivado em todas as regiões no Brasil, segundo dados da Conab (2019). Dos cerca de 2,3 milhões de toneladas previstos para o ano de 2019, a maior parte está nos estados das regiões Centro-Oeste (45,9%) e Sudeste (36,2%), enquanto, nos estados do Nordeste, principalmente no Piauí (10,0%), estão 14,8% da produção brasileira de grãos de sorgo. Ainda segundo a Conab (2019), a produtividade média do Centro-Oeste será de 3.349 kg ha⁻¹, a do Sudeste será de 3.470 kg ha⁻¹ e a do Nordeste será de 1.485 kg ha⁻¹.

Rendimentos médios de produção de genótipos de sorgo mostram que o potencial da espécie para produção de grãos é bastante superior ao da média nacional para sorgo (2,83 t ha⁻¹). Resultados experimentais obtidos no Semiárido em cultivos dependentes de chuvas por Santos e Grangeiro (2013) mostraram médias expressivas para a cultivar BRS Ponta Negra, entre 9,52 t ha⁻¹ em São João do Cariri, PB, em 2011, e 3,88 t ha⁻¹ em Várzea, PB, em 2012, enquanto a cultivar BR 601 obteve os melhores rendimentos de grãos, da ordem de 6,59 t ha⁻¹ em São João do Cariri, PB, em 2011, e de 6,51 t ha⁻¹ em Lagoa Seca, PB, em 2010.

Inúmeras são as cultivares de sorgo granífero recomendadas para plantio no País, uma vez que companhias produtoras de sementes têm desenvolvido genótipos adaptados às mais variadas condições ambientais. Para o Nordeste, o Mapa mantém página com o Zoneamento Agrícola de Risco Climático, onde estão relacionadas 59 cultivares de sorgo com aptidão granífera provenientes de 12 companhias produtoras de sementes.

O calendário de plantio de sorgo granífero para os estados do Nordeste pode ser visto na Tabela 4.

Tabela 4. Calendário de plantio de sorgo (*Sorghum bicolor*) nos estados produtores do Nordeste do Brasil.⁽¹⁾

| Unidade federativa | Meses | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | Nov. | Dez. | Jan. | Fev. | Mar. | Abr. | Maio | Jun. | Jul. | Ago. | Set. | |
| PI | P | | | | | C | | | | | | |
| CE | | P | P | P | | C | C | | | | | |
| RN | | P | P | P | | C | C | C | | | | |
| PB | | P | P | P | | C | C | | | | | |
| PE | | | P | P | P | P | C | C | C | C | C | |
| BA | P | P | P | | C | C | C | | | | | |

⁽¹⁾P = plantio; C = colheita.

Fonte: Adaptado de Conab (2019).

Cultivares graníferas de sorgo apresentam, de forma geral, porte baixo (em torno de 1,70 m). Proporcionalmente, o peso das panículas contribui com cerca de 60% da massa total da planta, sendo o restante contabilizado por folhas (20%) e colmos (20%).

Aspecto importante em relação ao sorgo granífero é a presença, nos grãos, de tanino (complexo de polímeros fenólicos), que apresenta efeito antinutricional na alimentação de monogástricos, porque forma complexos tanino-proteína, causando diminuição da digestibilidade dessa proteína. Os grãos de sorgo que apresentam pericarpo escuro normalmente apresentam elevado teor de tanino (entre 1,3% e 2% ou mais), enquanto os grãos de pericarpo claro apresentam entre 0,2% e 0,4%. Sorgos com elevado teor de taninos apresentam maior resistência ao ataque de pássaros (Demarchi et al., 1995). A utilização de grãos de sorgo com alto tanino para alimentação animal deve ser balanceada de forma que a digestibilidade da dieta não seja alterada significativamente, principalmente em animais monogástricos, como aves e suínos. O processo de ensilagem reduz o teor de tanino e aumenta a digestibilidade da proteína.

Sorgo forrageiro

O sorgo forrageiro é mais uma opção de cultivo no Semiárido por se tratar de uma espécie bastante adaptada à baixa disponibilidade hídrica durante o ciclo. O agricultor/pecuarista pode utilizá-la para alimentar seu rebanho tanto com forragem verde como com forragem ensilada.

O sorgo apresenta qualidades bastante vantajosas para a produção de forragem no Semiárido, tais como a elevada capacidade de produção de matéria verde com excepcional qualidade nutricional e a capacidade de perfilhamento e rebrota após a colheita.

Cultivares de sorgo com aptidão exclusivamente forrageira produzem principalmente colmos (60%) e folhas (20%), em detrimento de grãos (20%). Essas cultivares são de porte alto, bastante produtivas e, muitas vezes, apresentam colmos sacarinos.

O Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA) e a Embrapa têm desenvolvido cultivares de sorgo que são excelentes produtoras de massa verde e de grãos. Essas são conhecidas como sorgos de duplo propósito e podem também apresentar colmos sacarinos, sendo indicadas para as bacias leiteiras no Nordeste brasileiro.

Resultados apresentados por Magalhães et al. (2010), de 25 genótipos de sorgo de duplo propósito cultivados sem irrigação em Sete Lagoas, MG, mostraram produções de matéria seca entre 6,87 t ha⁻¹ e 16,08 t ha⁻¹ com valores de proteína bruta entre 5,24% e 8,26% e teores de fibra em detergente neutro (indicativos do teor de fibra total do volumoso) variando entre 59,03% e 73,40%.

Gomes et al. (2006) avaliaram, em Pentecoste, CE, 11 cultivares de sorgos forrageiro e de duplo propósito sem irrigação e obtiveram produções de matéria seca entre 6,88 t ha⁻¹ ('BRS 701') e 14,83 t ha⁻¹ ('IPA 467-4-2') com teores de proteína bruta de 7,34% e 3,30%, altura de planta de 2,00 m e 4,11 m e florescimento em 45 e 76 dias, respectivamente; esses genótipos são notadamente graníferos ('BRS 701') e forrageiros ('IPA 467-4-2'). Nesses ensaios, foram avaliadas as contribuições proporcionais de cada parte das plantas de sorgo (que variaram entre os genótipos avaliados) de acordo com sua indicação de uso; destaca-se que a panícula é a porção da planta com maiores teores de hemicelulose e proteína bruta, caracterizando-se como o componente da planta com maior valor nutritivo.

Perazzo et al. (2014) analisaram, na Paraíba, 32 cultivares de sorgo que foram divididas em 5 grupos de acordo com suas características comuns. Os autores observaram produções médias de matéria seca de 18,6 t ha⁻¹, 17,2 t ha⁻¹ e 15,0 t ha⁻¹, que corresponderam a produções médias de matéria fresca de 66,9 t ha⁻¹, 60,5 t ha⁻¹ e 50,8 t ha⁻¹ para os grupos 3, 4 e 5, respectivamente. Além disso, observaram altura de plantas de 3,97 m, 4,01 m e 3,58 m e 11,0, 11,0 e 10,1 folhas verdes por perfilho, respectivamente. Esses grupos 3, 4 e 5 foram aqueles que apresentaram alta concentração de características forrageiras.

Os resultados apresentados acima demonstram o grande potencial de produção de forragem do sorgo no Semiárido brasileiro, dependendo apenas da precipitação que ocorre no período chuvoso.

Híbridos de sorgo-sudão e sorgo

A combinação de sorgo-sudão [*Sorghum sudanense* (Piper)] e sorgo já é conhecida há tempos em países como Estados Unidos, Argentina e mesmo nos estados do Sul do Brasil, onde é utilizada há décadas para pastejo direto em plantios de verão (Rodrigues, 2000).

O sorgo-sudão é uma excelente forrageira anual, apresenta alta velocidade de crescimento, perfilhamento e resistência à seca. As combinações híbridas do sorgo-sudão com o sorgo são de rápido crescimento vegetativo e estabelecimento no campo, apresentam grande rusticidade e pouca exigência quanto à fertilidade do solo. Devem ser consideradas também sua alta produção de forragem com bom valor nutritivo e sua facilidade de manejo tanto para pastejo direto como para corte (Rodrigues, 2000).

Sua utilização em forma de silagem não é indicada devido à baixa produção de grãos, à consequente menor qualidade da silagem conservada e à elevada umidade da forragem no ponto de ensilagem, quando os grãos estão no estádio leitoso/pastoso. Para a produção de feno, é indicado o uso de plantas com colmos mais finos, que podem ser obtidos com plantios mais adensados. As combinações híbridas de capim-sudão e sorgo apresentam potencial de uso em ambientes semiáridos devido ao seu ciclo curto e rápido estabelecimento.

Esses materiais híbridos, como o 'BRS 800', apresentam, no ponto de pastejo, plantas com 1 m a 1,2 m de altura e teores de proteína bruta entre

9% e 12% no colmo, entre 15% e 18% nas folhas e entre 12% e 16% na planta inteira (Rodrigues, 2000).

Sorgo sacarino

Outra importante característica do sorgo que pode ser explorada é o acúmulo de açúcares no colmo, sem prejuízo de outras características da espécie, como o aspecto forrageiro. A produção de xarope a partir do sorgo sacarino, utilizado como edulcorante em substituição ao açúcar, foi uma importante atividade desenvolvida em comunidades americanas no século 19 (1860) (National Sweet Sorghum Producers & Processors, 2016). Atualmente, a inserção do sorgo sacarino no sistema de produção de destilarias de álcool tem sido preconizada, pois o sorgo sacarino apresenta vantagens como ciclo de 120 dias, capacidade de produção de 35 t ha⁻¹ a 45 t ha⁻¹ de colmo, além de 2 t ha⁻¹ de grãos, com potencial de produção de 2.500 L de álcool a partir do colmo e cerca de 760 L a partir dos grãos. Essa atividade se torna bastante atrativa e viável, porque a cultura pode ser totalmente mecanizada, desde o seu plantio, que é feito a partir de sementes. Essa propriedade do sorgo pode contribuir para reduzir a ociosidade das instalações industriais, produzindo na entressafra da cana-de-açúcar (Teixeira et al., 1999), com demanda hídrica de cerca de 400 mm.

No Semiárido brasileiro, o sorgo sacarino produzido por agricultores familiares e por pequenos ou médios produtores rurais pode fornecer matéria-prima para microdestilarias de etanol e aguardente ou para produtores de rapadura (Ribeiro Filho et al., 2008).

Resultados apresentados por Tabosa et al. (2010) mostraram o desempenho das cultivares IPA 462-4-2 e SF15 em 5 localidades do Rio Grande do Norte, Sergipe e Pernambuco. Essas variedades são indicadas para o uso forrageiro, mas, por seu colmo sacarino, se prestam à produção de açúcares para fermentação. Segundo os autores, essas cultivares produziram, respectivamente, 24 t ha⁻¹ e 27 t ha⁻¹ de matéria seca, 21,1 mil litros e 24,2 mil litros de caldo por hectare com teor médio de sólidos solúveis totais de 14 °Brix e 12 °Brix, plantas com 3,07 m e 3,19 m de altura e uso de 316 L e 310 L de água por quilograma de matéria seca produzida.

É relevante ressaltar que a produção de grãos de sorgo sacarinos não impede sua utilização para extração de caldo para fermentação.

Parrella et al. (2010) informaram que, com o potencial de produção de 0,6 t ha⁻¹ a 5,5 t ha⁻¹ de grãos, o sorgo sacarino está sendo colhido com os grãos e, depois da moagem, obtém-se o bagaço misturado aos grãos, que tem aproveitamento direto ou pode ser ensilado para a alimentação de ruminantes.

Sorgo biomassa

De rápido crescimento (ciclo de cerca de 180 dias) e elevado potencial produtivo (150 t ha⁻¹ de matéria fresca), o sorgo biomassa apresenta a qualidade de gerar energia com poder calorífico similar ao da cana-de-açúcar, eucalipto (*Eucalyptus sp.*) e capim-elefante (*Pennisetum purpureum*).

Apesar de estar adaptada a outras regiões, a cultivar BRS 716, desenvolvida pela Embrapa para cogeração de energia através da queima de biomassa, é potencialmente indicada para regiões onde a produção de energia para fornos dependa de carvão produzido por fontes não sustentáveis. No polo gesseiro do Araripe, PE, há excelente oportunidade de incorporação dessa tecnologia energética, já que, segundo levantamento realizado pelo IPA, a má gestão do passivo ambiental representa um ponto em desacordo com as determinações legais.

A cultivar BRS 716 pode atingir de 5 m a 6 m de altura, tem elevado teor de fibras (22% a 28%) e baixa umidade na época de corte (50%), sendo, por isso, apropriada para queima em usinas termoelétricas. Em muitas usinas sucroalcooleiras, o negócio da cogeração de energia representa um importante componente na geração de receita.

May et al. (2013) consideraram também a aplicação do sorgo biomassa em programas de produção de álcool de segunda geração devido ao elevado teor de biomassa lignocelulósica da massa fresca colhida desses materiais.

Sorgo forrageiro e sorgo de duplo propósito

Uma importante função de algumas cultivares de sorgo forrageiro é a produção de biomassa rica em carbono para enriquecimento dos sistemas de produção ecológica (Silva et al., 2008), o que é muito importante no Semiárido brasileiro, haja vista a decomposição rápida da matéria orgânica

Foto: Amadeu Regitano Neto



Figura 5. Desenvolvimento vegetativo da cultivar de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* 'SF15').

por conta das condições climáticas regionais. Na Figura 5, observa-se o desenvolvimento vegetativo da cultivar de sorgo forrageiro SF15.

Inúmeras são as cultivares de sorgo desenvolvidas por companhias sementeiras privadas relacionadas pelo Mapa. O ministério também apresenta, em sua página na internet, a indicação de plantio para cada estado do Brasil através de publicação de portarias de risco climático, que se referem a cultivares graníferas de sorgo e resultam de análises e modelagem de dados de clima e informações fenológicas da cultura do sorgo. Apesar de a principal utilização do sorgo no Semiárido estar relacionada à sua grande adaptação às condições de deficit hídrico e ao seu elevado potencial de produção de forragem, o Mapa não contempla esses genótipos forrageiros em suas portarias.

Tabela 5. Principais características das cultivares de sorgo forrageiro e de duplo propósito (*Sorghum bicolor*) indicadas para o Semiárido.

| Característica | Cultivar | | | | |
|--|-----------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|
| | SF 15 | IPA 1011 | IPA 467 | IPA 2502 | BRS Ponta Negra |
| Altura das plantas (m) | 2,50 a 3,50 | 1,70 | 2,50 a 3,50 | 1,80 a 2,00 | 2,00 a 2,50 |
| Florescimento (dias) | 75 a 90 | 65 a 75 | 95 | 65 | 65 a 75 |
| Ciclo até colheita (dias) | 100 a 120 | 90 a 110 | 120 a 130 | 90 a 110 | 110 a 120 |
| Ciclo até colheita para silagem (dias) | 100 a 120 | 80 a 90 | 95 a 115 | 80 | 110 a 120 |
| Tipo de colmo | Semissacarino | Seco | Sacarino e suculento | Sacarino e suculento | Seco |
| Produção de grãos (t ha ⁻¹) | 2 a 3 | 3 a 5 | 2 a 3 | 3 a 5 | 3 a 4 |
| Produção de forragem (matéria verde) (t ha ⁻¹) | 50 a 80 | 20 a 30 | 20 a 30 | 20 a 30 | 40 a 60 |
| Proteína bruta (%) | 6 a 8 | 8 a 10 | 5 a 9 | 7 a 10 | Folha: 16,19 Grão: 9,92 |
| Aptidão | Corte e silagem | Grãos e forragem | Corte e silagem | Grãos e silagem | Duplo propósito |

Fonte: Adaptado do Instituto Agronômico de Pernambuco (2000a, 2000b, 2000c), Santos et al. (2007) e Silva et al. (2011).

Apesar disso, instituições como o IPA, a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (Emparn) e a Embrapa têm desenvolvido cultivares de excepcional comportamento forrageiro e de duplo propósito em condições semiáridas (Tabela 5).

Recomendações gerais para cultivo de sorgo (aplicáveis a todos os tipos de sorgo relacionados)

- A época de plantio nas condições do Semiárido é no início da estação chuvosa.
- Em sistemas mecanizados, o controle de ervas daninhas pode ser feito em pré-emergência com atrazina. Em sistemas menos tecnificados, o controle deve ser feito com enxada.
- A adubação e a calagem devem ser conduzidas de acordo com a análise de solo.
- O sorgo é uma espécie de estabelecimento lento. Então, são fundamentais a manutenção da cultura no limpo e o combate às formigas-cortadeiras (*Atta sp.* e *Acromyrmex sp.*) pelo menos até 40 dias após a semeadura.
- O ácido cianídrico (HCN) não representa perigo na silagem, mas não se recomenda que os animais se alimentem do sorgo muito jovem ou da soca com menos de 1 m de altura.
- De forma geral, o espaçamento de plantio pode ser de 80 cm entre sulcos (fileiras) e com densidade de plantio de 15 a 20 sementes por metro linear de sulco, ou de 20 cm entre covas e com 3 sementes por cova.
- A semeadura deve ser feita entre 3 cm e 5 cm de profundidade. Com um bom nível de umidade, a semeadura pode ser mais rasa. Se a umidade decrescer ao longo dos dias, a profundidade pode aumentar. O consumo de sementes nessas condições é entre 8 kg ha⁻¹ a 10 kg ha⁻¹.

Ribas (2008) apresentou sugestões de regulagem de equipamentos de plantio de acordo com diferentes tipos comerciais de sorgo, seus usos e seus espaçamentos recomendados (Tabela 6).

Tabela 6. Recomendação de regulagem de equipamentos para plantio de sorgo (*Sorghum bicolor*).

| Aptidão do sorgo | Espaçamento entre linhas (m) | Número de sementes por metro linear | Consumo de sementes (kg ha ⁻¹) | População na colheita (mil plantas por hectare) |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|--|---|
| Grãos | 0,50 a 0,70 | 15 a 18 | 6 a 8 | 140 a 170 |
| Duplo propósito | 0,70 a 0,80 | 18 a 20 | 6 a 8 | 140 a 170 |
| Silagem | 0,80 a 0,90 | 13 a 15 | 5 a 7 | 90 a 110 |
| Corte verde | 0,30 a 0,60 | 20 a 22 | 10 a 12 | 200 a 300 |
| Pastejo/Fenação (plantio em linha) | 0,30 | 20 a 25 | 15 a 20 | 400 a 500 |
| Pastejo/Fenação (plantio a lanço) | a lanço | - | 20 a 30 | 600 |

Fonte: Adaptado de Ribas (2008).

Cultivo da mandioca

O Nordeste brasileiro é atualmente o responsável pela maior produção nacional de mandioca (33,4% da produção nacional no ano de 2010). A produção brasileira de mandioca, em 2016, ficou em torno de 21,08 milhões de toneladas, tendo sofrido uma variação negativa de aproximadamente 3% quando comparada à do ano de 2013 (IBGE, 2016). No ano de 2014, a região Nordeste apresentou maior área colhida (37% do total), apesar de a região Norte ter ficado com a maior produção (35%) quando comparada à produção das demais regiões (Figura 6). Esse resultado reflete a potencialidade para a produção da cultura na região Nordeste, principalmente devido às condições extremas vividas nos últimos anos (estiagem por anos seguidos e altas temperaturas médias anuais).

Aspectos culturais

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma das principais culturas fornecedoras de energia para aproveitamento humano e animal cultivadas no Brasil. Explorada de Norte a Sul do País, tem uma adaptação extraordinária aos ambientes adversos e às diversas condições climáticas: desde as temperaturas mais baixas (quando as áreas de cultivo sofrem geadas) até

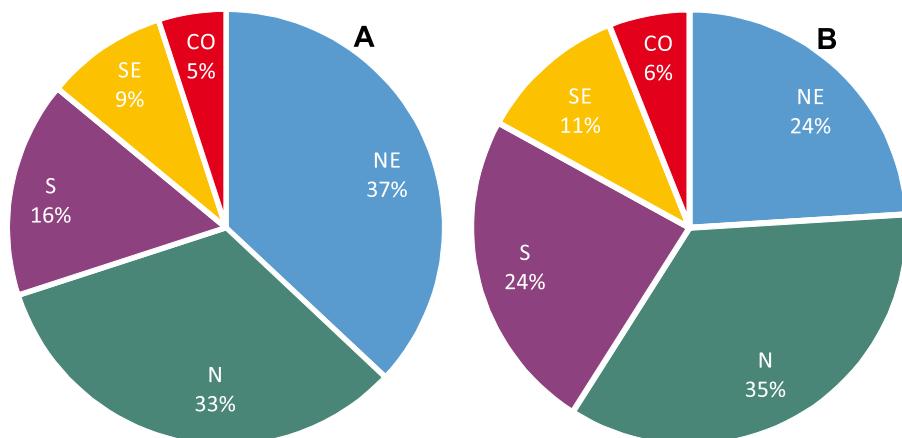


Figura 6. Área colhida (A) e produção de mandioca (B) no ano de 2014 nas regiões brasileiras.

Fonte: IBGE (2014).

as extremamente altas (a exemplo do que ocorre no Semiárido brasileiro). A mandioca mostra-se firme na sobrevivência e conversão de assimilados em amido.

Apesar de ser uma espécie vegetal de grande importância para o Nordeste, cultivada sem muitos tratos culturais ou insumos, a mandioca é uma espécie que extraí muitos nutrientes do solo quando comparada a outras de menor porte. Assim, responde bem à adubação, principalmente com fósforo, podendo até mesmo dobrar sua produção por planta quando cultivada com suprimento ideal desse nutriente. Nas áreas dependentes de chuva, a mandioca é comumente plantada sem nenhum tipo de prática agrícola que melhore a qualidade do solo.

Em áreas dependentes de chuva, a utilização de resíduos orgânicos gerados no local associados a consórcios com outras espécies em sistemas de produção agroecológica de mandioca pode melhorar o sistema como um todo, permitindo incremento nos aspectos produtivos e sociais, econômicos e ambientais da propriedade, assim trazendo benefícios diretos e indiretos para o produtor e para o ambiente. A cobertura vegetal produzida por plantas simultâneas, como o guandu (*Cajanus cajan*) e o feijão-caupi, quando deixadas sobre o solo, permite uma redução na evaporação da umidade do solo, além de fornecer, de maneira gradual,

os nutrientes contidos em suas folhas por meio da decomposição dos restos vegetais. Esse aspecto é muito importante principalmente para a mandioca que é colhida depois de dois ciclos (ela permanece no solo por 18 meses, e suas raízes normalmente são colhidas para processamento), diferentemente da mandioca colhida com 6 a 8 meses (destinada a consumo de mesa).

Além do feijão-caupi e do guandu, outras espécies, como a crotalária (*Crotalaria juncea*) ou a gliricídia (*Gliricidia sepium*), podem ser utilizadas como adubo verde em cultivo intercalado com a mandioca, promovendo o fornecimento de nutrientes e minimizando a exportação de nitrogênio, o que favorece muito o cultivo da mandioca e a manutenção de características benéficas do solo por longos períodos (Silva et al., 2009).

Quando o cultivo está sendo desenvolvido em áreas com práticas de manejo ecológico, altamente recomendado para a mandioca, é importante observar que as características biológicas dos solos responderão positivamente às alterações do sistema e podem ser usadas como indicadores de qualidade e sustentabilidade (Vasconcelos et al., 2013). Características como a biomassa microbiana (parte viva da matéria orgânica dos solos que contém a riqueza e diversidade de microrganismos) podem representar indicadores de sustentabilidade em sistemas de conversão agroecológica (Jesus et al., 2005) e deveriam ser mais bem utilizadas para o entendimento das respostas nos sistemas agroecológicos, sejam eles com ou sem a mandioca.

Os solos do Nordeste brasileiro, bem como os da região semiárida, possuem normalmente baixos teores de nutrientes essenciais. Um dos elementos que se apresenta em maior deficiência na maioria das análises de solo é o fósforo, cuja carência pode desencadear uma série de problemas associados ao enfraquecimento do sistema radicular das culturas. O uso de resíduos orgânicos e práticas de manejo agroecológico poderão elevar a produtividade da cultura a um patamar que justifique seu cultivo, sem desperdícios dos resíduos orgânicos gerados nas propriedades e alcançando produtividades realmente adequadas a um sistema de produção de base ecológica.

A exploração dessas áreas com a mandioca tem sido feita de maneira contínua e pouco ou nada é adicionado ao solo ao longo dos anos para manter ou elevar a fertilidade natural. Esse aspecto torna-se grave para o

sistema agrícola com o passar do tempo, pois a cultura tende a entrar em degenerescência por ser alvo de um círculo vicioso envolvendo o solo e a espécie cultivada, como apresentado na Figura 7.

Além da baixa fertilidade do solo em parte da região semiárida para o cultivo da mandioca, o clima torna-se outro obstáculo que oportuniza diversos tipos de pragas, como os ácaros. Para tentar quebrar o círculo vicioso descrito na Figura 7, é necessário seguir um roteiro comum para culturas de um modo geral, adotando a análise de solo como ponto de partida e uma recomendação de adubação mínima (baseada principalmente na correção da acidez e na adição de fósforo) para que a planta possa desenvolver-se de forma adequada. Para a correção da acidez do solo, pode ser usado calcário dolomítico na proporção de 1 t ha⁻¹ a 2 t ha⁻¹, de acordo com pH e teores de cálcio e alumínio constantes na análise de solo, conforme explica Souza et al. (2009).

Mesmo em áreas de regime hídrico extremamente seco, esse roteiro dá bons resultados. Por exemplo, na região do município de Acauã, PI, situado em área dependente de chuva, o uso da calagem praticamente dobrou a produtividade de mandioca, fazendo com que essa planta alcançasse patamares de produtividade em torno de 25 t ha⁻¹ (Silva et al., 2009).

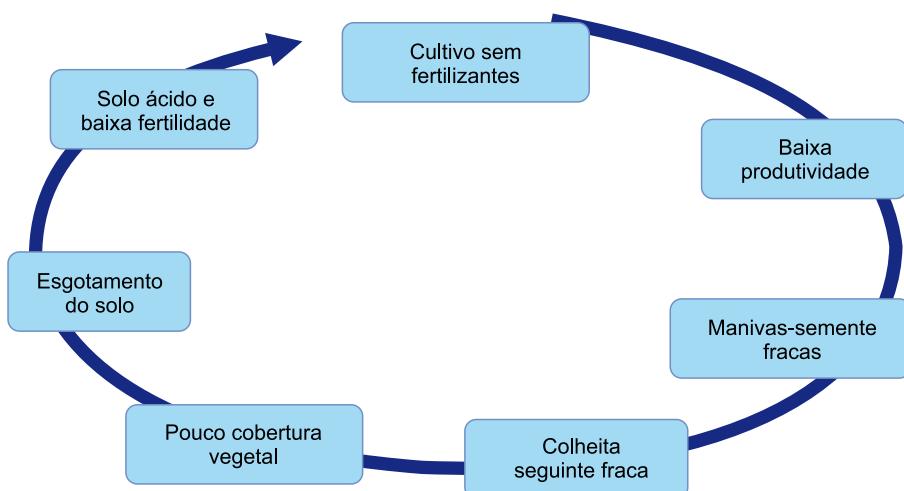


Figura 7. Esquema de degenerescência da cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em solos arenosos ou Latossolos na região semiárida.

Esse aspecto tem grande importância diante de todo o investimento financeiro e humano sobre a cultura, que permanece mais de 1,5 ano ocupando a área e, muitas vezes, precisa ser processada para que seja comercializada. Nesse caso, a melhoria das condições do solo com a calagem, mesmo em áreas dependentes de chuva (Figura 8), poderá garantir que todo esse investimento seja economicamente viável visto que o calcário ou uma fonte de fósforo a ser utilizada estará no solo por muito tempo, não sendo necessário que essa prática seja feita em todos os anos de plantio.

Na adoção de sistemas de cultivo de mandioca de base ecológica, a premissa básica é conhecer profundamente a área e os proprietários objetivando atender à demanda colocada por eles, porém, adequando-a, se possível, ao ambiente a ser trabalhado. A decisão de realizar uma atividade sob a ótica ecológica, para qualquer cultura, tem maior poder de acerto simplesmente quando se levam em consideração os elementos existentes na propriedade rural, aproveitando-os de forma racional e benéfica. A identificação e o uso de resíduos, por exemplo, é uma prática a ser usada e disseminada nessas áreas sob sistema ecológico, pois traz consigo uma



Figura 8. Aplicação de calcário em área dependente de chuva na comunidade Vira Beiju, no município de Petrolina, PE, em 2013.

série de vantagens para o solo, para a cultura e, por conseguinte, para o agricultor.

É importante salientar que, no Semiárido, independentemente da cultura, as práticas agrícolas que mais resultam em desenvolvimento bem sucedido das plantas são aquelas que remetem à manutenção ou elevação da umidade do solo, tais como a adubação, a fertilização, a capina para o controle de ervas daninhas, o controle de pragas, a cobertura morta ou os cultivos simultâneos. A manutenção da cobertura morta em todas as culturas, por exemplo, é algo que mantém patamares de produtividade de forma significativa.

Os cultivos simultâneos também são muito bem-vindos para melhorar a produção da mandioca. As plantas mais frequentemente utilizadas no cultivo simultâneo com a mandioca na região semiárida são feijão-caupi, amendoim, abóbora e sorgo (Silva et al., 2009), podendo ser utilizadas num sistema dinâmico em conjunto, como o apresentado na Figura 9, o que resulta em diversos benefícios à cultura principal.

A mandioca permanece entre 12 e 18 meses no solo. Se houver chuvas suficientes, a planta desenvolve boa massa foliar e grande quantidade de

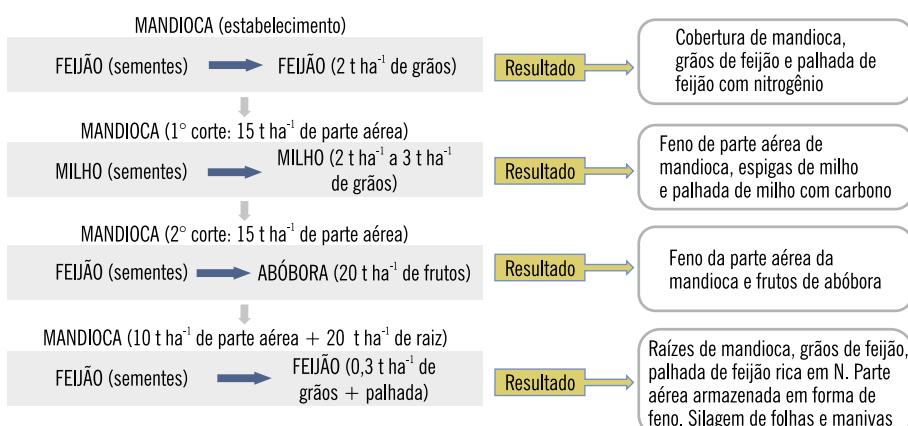


Figura 9. Opções de cultivos simultâneos com mandioca-brava (*Manihot esculenta* Crantz), feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), milho (*Zea mays*) e abóbora (*Cucurbita sp.*) com indicação do que cada uma das culturas pode produzir comercialmente ou na forma de palhada

Fonte: Silva et al. (2014).

maniva e raízes que podem ser utilizadas na transformação em farinha ou ração (Silva et al., 2013). Esse crescimento e alta produção podem desencadear um processo de empobrecimento do solo e do cultivo, seguindo-se anos com manivas-semente cada vez mais pobres. Por isso, é importante tomar medidas (como as citadas acima) no manejo ecológico e nas culturas sucessivas para evitar esse processo de degeneração das áreas e da planta da mandioca. O feijão-caupi (também chamado de feijão-de-corda) é ótima opção para cultivo simultâneo ou após a colheita da mandioca, pois se desenvolve bem mesmo em condições dependentes de chuva, como apresentado na Figura 10.

Outro aspecto relevante para os sistemas de produção mais sustentáveis de mandioca é a diversificação de variedades. Constantemente, trabalhos da Embrapa estão voltados a estudar as melhores cultivares de mandioca para os diversos ambientes. Dentre as variedades recomendadas para a região semiárida brasileira, podem-se citar as lançadas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura de nomes 'BRS Formosa', 'Arari', 'Mani Branca', 'BRS Aramaris', 'Amansa Burro', 'BRS Kiriris', 'BRS Prata' e 'Rosa' (Souza et al., 2009). Além dessas, algumas outras cultivares, como a 'Brasília' e a 'Engana Ladrão' também se comportam de maneira satisfatória em áreas dependentes de chuva, implicam baixo uso de insumos e geram resultados positivos tanto



Foto: Alineaurea F. Silva

Figura 10. Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em cultivo simultâneo com o feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) na comunidade Vira Beiju, no município de Petrolina, PE, em 2014.

para a alimentação humana, processada ou in natura, quanto para o uso forrageiro no preparo de feno da parte aérea e de raspa desidratada das raízes (Silva et al., 2008; Silva, 2011).

Resumo das recomendações para cultivo de mandioca em área dependente de chuva

- Aquisição de manivas-semente com atestada qualidade agronômica e fisiológica.
- Época de plantio: estação chuvosa, após acúmulo aproximado de 30 mm de chuva e preparo adequado do solo, de acordo com o zoneamento agrícola indicado pelo Mapa.
- Produtividade esperada em área dependente de chuva com uso mínimo de insumos: entre 8.000 kg ha⁻¹ e 25.000 kg ha⁻¹.
- Espaçamento e densidade de plantio em cultivo solteiro: 1,0 m x 1,0 m, sendo 1,0 m entre fileiras e 1,0 m entre plantas, com uma planta por cova. Isso equivale a aproximadamente 10 mil plantas por hectare.
- Espaçamento e densidade de plantio em cultivo simultâneo: 1,0 m x 2,0 m, 1,0 m x 3,0 m ou 1,0 m x 1,0 m x 4,0 m em fileiras duplas, mantendo-se espaço maior para transporte de insumos ou passagem de equipamentos.
- Correção do solo e adubação: de acordo com a análise de solo, prioriza-se elevar o pH a 5,5 e associar o uso de resíduos orgânicos locais, como o esterco.
- Manutenção de capinas periódicas: é importante na fase inicial para o estabelecimento da cultura e o aproveitamento máximo da disponibilidade hídrica.
- Plantio: pode ser feito com pedaços de manivas (de tamanho entre 8,0 cm e 15 cm) a 15 cm de profundidade colocadas em posição horizontal, vertical ou inclinada.

Cultivo do feijão-caupi

Aspectos culturais

Para todos os brasileiros (e, evidentemente, também para os nortistas), o feijão-caupi é a base da alimentação. O feijão-caupi é uma planta que se desenvolve nos mais diversos solos e responde a determinados tratos simples, como a capina. Mesmo só sendo admitidas no período de pré-colheita, as ervas espontâneas, quando em excesso, podem dificultar a operação (Figura 11).

Apesar de o feijão-caupi ter estruturas (nódulos ou rizóbios) em suas raízes para fixação de nitrogênio como nutriente para seu crescimento, seu desenvolvimento é adequado e acelerado se forem tomadas as devidas providências para correção de solos e adotados tratos culturais rotineiros adequadamente e no tempo certo. Além da cultivar Pujante, já conhecida entre os plantadores de feijão, as cultivares BRS Tapaihum, BRS Acauã e BRS Carijó também são alternativas testadas e apontadas pela Embrapa para regiões que sofrem deficit hídrico extremo.



Foto: Amadeu Regitano Neto

Figura 11. Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) no ponto de colheita com a presença de algumas ervas espontâneas em Petrolina, PE, em 2010.

Nos últimos anos, o feijão-caupi ganhou maior importância nos sistemas agrícolas de produção; suas sementes constam na lista básica de órgãos governamentais para distribuição e têm tido boa venda entre agricultores familiares, constituindo um produto de bom valor comercial na maior parte do ano. Os preços do feijão-caupi nos mercados local e regional dependem diretamente do sucesso das safras principalmente nas áreas dependentes de chuva. Esse aspecto define em que patamares poderão estar os preços ao consumidor ou mesmo ao agricultor. As oscilações de safra e área colhida variam muito ao longo dos anos.

Algumas culturas são consideradas espécies compatíveis com o feijão-caupi (também conhecido como feijão-de-corda ou macassar), porque, durante seu ciclo, podem se desenvolver de maneira satisfatória quando cultivadas simultaneamente com essa espécie, como girassol (*Helianthus annuus*), amendoim, abóbora (também chamada de jerimum). Esse aspecto é muito importante na região semiárida, tendo em vista o aproveitamento da área e do solo e a diversificação de cultivos para a quebra do ciclo de pragas eventuais. Diante disso, podem-se listar algumas espécies que, cultivadas junto com o feijão-caupi, crescem mais adequadamente e aproveitam melhor os nutrientes que o feijão-caupi consegue fixar

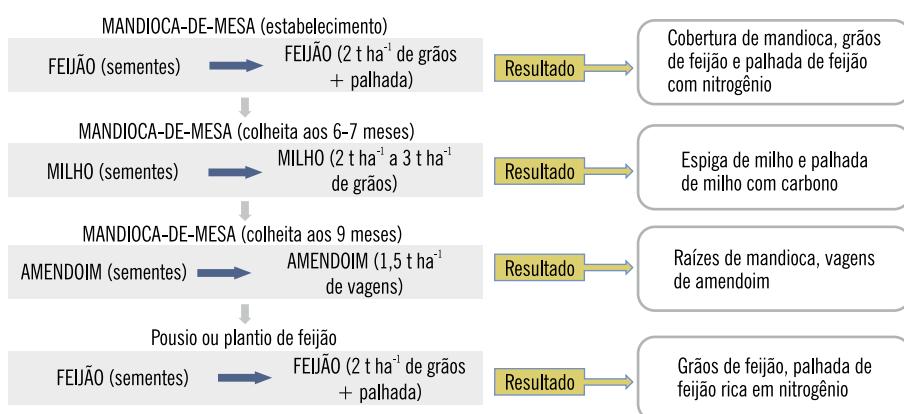


Figura 12. Opções de cultivos simultâneos com mandioca-de-mesa (*Manihot esculenta* Crantz), feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), milho (*Zea mays*) e amendoim (*Arachis hypogaea*) com indicação do que cada uma das culturas pode produzir comercialmente ou na forma de palhada.

Fonte: Silva et al. (2014).

no solo, como apresentado no esquema da Figura 12. Uma dessas culturas é a mandioca, que, inclusive, tem um ciclo fenológico mais longo do que o do feijão-caupi, de modo que pode aproveitar os nutrientes não apenas fixados no solo pela leguminosa (mesmo após a colheita dos grãos), mas também os provenientes dos restos culturais deixados sobre o solo (Figura 12).

Diversas cultivares de feijão-caupi são plantadas na região semiárida e adaptam-se aos diferentes tipos de solos e condições climáticas, como a linhagem 'Paulistinha', testada para condições climáticas do Semiárido e de baixo uso de insumos (Vilarinho et al., 2010). Algumas delas, como a cultivar conhecida pelos agricultores como 'IPA 6', têm melhor performance nessas condições, mas nem sempre a perfeita adaptação anda junto da aceitação por parte do consumidor, como ocorre com a cultivar conhecida pelos agricultores como 'Canapu'. Por isso, muitos anos de trabalho de pesquisadores da Embrapa Semiárido (em Petrolina, PE), do IPA e da Embrapa Meio-Norte (em Teresina, PI) foram dedicados a aliar as melhores respostas fitotécnicas às características de aceitação do consumidor, como espessura da pele, teores de nutrientes e tamanho do grão (Santos et al., 2008; Santos, 2011). Atualmente, cultivares de feijão-caupi, como 'Pujante', têm boa aceitação no mercado por apresentar formato de grão e sabor compatíveis com o que deseja o consumidor do Semiárido (Santos et al., 2007), além de terem sido testadas em ambiente semiárido, o que dá mais uma garantia de adaptação ao clima e solo dessa região.

Resumo das recomendações para cultivo de feijão-caupi em área dependente de chuva

- Época de plantio: início da estação chuvosa, de acordo com o zoneamento agrícola do Mapa.
- Produtividade esperada em área dependente de chuva, com uso mínimo de insumos: entre 600 kg ha⁻¹ e 1.200 kg ha⁻¹.
- Espaçamento e densidade de plantio: 0,8 m x 0,5 m, sendo 0,8 m entre fileiras e 0,5 m entre plantas, com duas sementes por cova.
- Correção do solo e adubação: de acordo com a análise de solo, prioriza-se o uso de resíduos orgânicos locais, como o esterco.

- Manutenção de capinas periódicas: é importante na fase inicial para o estabelecimento da cultura e o aproveitamento máximo da disponibilidade hídrica.

Considerações finais

As culturas alimentares exercem grande influência sobre o bem-estar e sobrevivência do homem do campo. Desde os tempos mais remotos, o cultivo dos grãos e a escolha da variedade apropriada para cada região eram motivos de festa ou até mesmo de disputa. Apesar de a agricultura em condições de semiaridez, num sistema de base familiar, representar certa insegurança quanto à geração de dividendos, as pesquisas apontam que essa prática hoje serve não apenas como fornecedora de alimentos, forragem e renda, mas também como fonte de resíduos orgânicos importantes para a manutenção ou elevação da resiliência a médio e longo prazos.

O conjunto de pesquisas voltadas para o cultivo de espécies alimentares/forrageiras anuais, como milho, feijão, mandioca e sorgo, deram um bom suporte técnico, nos últimos anos, principalmente para a oferta de culturais mais promissoras, para as técnicas de cultivo mais simples e eficazes, para o aproveitamento integral da planta e para o armazenamento como método para manter o alimento durante os períodos de longas estiagens.

O aporte de recursos de fontes financiadoras externas, muitas vezes, permite um cultivo mais racional dentro dos moldes de conveniência para as áreas dependentes de chuva. Porém, mesmo com todo o aparato técnico-financeiro em torno dessa atividade, faz-se necessário reforçar que a agricultura de base familiar no Semiárido carece de uma assistência técnica mais atuante que possa otimizar os recursos investidos, acompanhar as dificuldades quanto à falta de umidade no solo, levar ao agricultor as inovações que são alcançadas pela pesquisa e ser, enfim, um elo entre os resultados ofertados pela ciência e a validação pela prática dos agricultores.

Diante dos cenários de estiagem que se materializam desde o ano de 2010 na região do Semiárido nordestino, não se pode imaginar uma agricultura de base familiar em áreas dependentes de chuva sem esse acompanhamento da assistência técnica no campo, promovendo a adequação e a adoção dos principais resultados de pesquisa.

Referências

- AMORIN, S. L. de; MEDEIROS, R. M. T. de; RIET-CORREA, F. Intoxicação por plantas cianogênicas no Brasil. **Ciência Animal**, v. 16, p. 17-26, 2006.
- CARVALHO, H. W. L. DE; SANTOS, M. X. DOS; SILVA, A. A. G. DA; CARDOSO, M. J.; SANTOS, D. M. DOS; TABOSA, J. N.; MICHERFF FILHO, M.; LIRA, M. A.; BOMFIM, M. H. C.; SOUZA, E. M. DE; SAMPAIO, G. V.; BRITO, A. R. DE M. B.; DOURADO, V. V.; TAVARES, J. A.; NASCIMENTO NETO, J. G. DO; NASCIMENTO, M. M. A. DO; TAVARES FILHO, J. J.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. DE; CARVALHO, B. C. L. DE. **Caatingueiro – uma variedade de milho para o semi-árido nordestino**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004. 8 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 29).
- CARVALHO, H. W. L.; GAMA, E. E. G.; PACHECO, C. A. P. **BRS Gorutuba**: variedade de milho superprecoce. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 104).
- CONAB (Brasil). **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, v. 6 – safra 2018/19 – Sétimo levantamento**. Brasília, DF, 2019. p. 1-69.
- DEMARCHI, J. J. A. A.; BOIN, C.; BRAUN, G. A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para a produção de silagens de alta qualidade. **Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 111-136, 1995.
- ESTADOS UNIDOS. United States Department of Agriculture. **World Agricultural Production**. 2019. (Circular Series WAP 4-19).
- GOMES, S. O.; PITOMBEIRA, J. B.; NEUMAN, J.; NEIVA, M.; DUARTE, J. Comportamento agronômico e composição químico-bromatológica de cultivares de sorgo forrageiro no Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 2, p. 221-227, 2006.
- IBGE. **Censo agropecuário**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric>>. Acesso em: 6 mar. 2014.
- IBGE. Produção Agrícola Municipal. **Tabela 839 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida e rendimento médio de milho, 1^a e 2^a safras**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=839&z=t&o=11>>. Acesso em: 6 abr. 2016.
- IGARASI, M. S.; ARRIGON, M. B.; SOUZA, A. A.; SILVEIRA, A. C.; MARTINS, C. L.; OLIVEIRA, H. N. Desempenho de bovinos jovens alimentados com dietas contendo grão úmido de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 3, p. 513-519, mar. 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008000300017.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE PERNAMBUCO. **Sorgo sacarino de elevada produção de biomassa para corte e silagem.** Recife, 2000c. (SORGO. IPA 467 - Seleção 2000). 1 Folheto.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE PERNAMBUCO. **Variedade de sorgo de dupla finalidade:** produção de grãos e forragem. Recife, 2000a. (SORGO. IPA 1011 - Seleção 2000). 1 Folheto.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE PERNAMBUCO. **Sorgo sacarino, sem tanino e dupla finalidade:** produção de grãos e silagem. Recife, 2000b. (SORGO. IPA 2502 - Seleção 2000). 1 Folheto.

JESUS, E. da C., MOREIRA, F. M. de S.; FLORENTINO, L. A. RODRIGUES, M. I. D.; OLIVEIRA, M. S. de. Diversidade de bactérias que nodulam siratro em três sistemas de uso da terra da Amazônia Ocidental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 8, p. 769-776, ago. 2005

MAGALHÃES, R. T.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; RODRIGUES, J. A. S.; FONSECA, J. F. Produção e composição bromatológica de vinte e cinco genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 3, p. 747-751, 2010.

MAY, A.; SILVA, D. D.; SANTOS, F. C. **Cultivo do sorgo biomassa para cogeração de energia elétrica.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 65 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 152).

MELO, R. F. de; BRITO, L. T.; PEREIRA, L. A.; ANJOS, J. B. Avaliação do uso de adubo orgânico nas culturas de milho e feijão caupi em barragem subterrânea. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, p. 1264-1270, 2009.

MOURA, M. S. B. de; GALVINCIO, J. D.; BRITO, L. T. de L.; SOUZA, L. S. B. de; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. da. **Clima e água de chuva no semi-árido.** Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/36534/1/OPB1515.pdf>>. Acesso em: 6 mar. 2018.

NATIONAL SWEET SORGHUM PRODUCERS & PROCESSORS – NSSPP. Disponível em: <www.nssppa.org>. Acesso em: 4 abr. 2016.

OLIVEIRA, I. R.; ANJOS, J. L.; TAVARES, E. D.; CURADO, F. F.; CUENCA, M. A. G.; SILVA, M. A. S.; MANOS, M. G. L.; RODRIGUES, R. F. A.; CARVALHO, H. W. L. **Avaliação do impacto social da variedade de milho BRS sertanejo no Nordeste do Brasil.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007 (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 69).

PARRELLA, R. A. C.; MENEGUCI, J. L. P.; RIBEIRO, A.; SILVA, A. R.; PARRELLA, N. N. L. D.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; SCHAFFERT, R. E. Desempenho de

cultivares de sorgo sacarino em diferentes ambientes visando a produção de etanol. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. **Potencialidades, desafios e sustentabilidade:** resumos expandidos... Goiânia: ABMS, 2010. 1 CD-ROM.

PERAZZO, A. F.; CARVALHO, G. G. P. de; SANTOS, E. M.; CAPOS, F. S.; MACEDO, C. H. O.; AZÊVEDO, J. A G.; TABOSA, J. N. Agronomic evaluation of 32 sorghum cultivars in the Brazilian semi-arid region. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 5, p. 232-237, May 2014. DOI: 10.1590/S1516-35982014000500002.

RIBAS, P. M. Plantio. In: CULTIVO do Sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008.

RIBEIRO FILHO, N. M.; FLORÊNCIO, I. M.; ROCHA, A. S.; DANTAS, J. P.; FLORENTINO, E. R.; SILVA, F. L. H. Aproveitamento do caldo do sorgo sacarino para produção de aguardente. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 1, p. 9-16, 2008.

RODRIGUES, J. A. S. Utilização de forragem fresca de sorgo (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) sob condições de corte e pastejo. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA, 2000, Lavras. **Anais...** Lavras: Ed. da Ufla, 2000. p. 179-201.

SANTOS, A. da S. dos; CURADO, F. F.; SILVA, E. D. da; PETERSEN, P. F.; LONDRES, F. (Ed.). **Pesquisa e política de sementes no semiárido paraibano**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012. 59 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 179).

SANTOS, C. A. F. Melhoramento do feijão-caupi para temperaturas moderadas e elevadas no Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, p. 1151-1162, 2011.

SANTOS, C. A. F.; BARROS, G. A. de A.; SANTOS, I. C. N; FERRAZ, M. G. de Sá. Comportamento agronômico e qualidade tecnológica de grãos de linhagens de feijão-caupi avaliadas no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 404-408, 2008.

SANTOS, F. G.; RODRIGUES, J. A. S.; SCHAFFERT, R. E.; LIMA, J. M. P de; PITTA, G. V. E.; CASEKA, C. R.; FERREIRA, A. S. **BRS Ponta Negra variedade de sorgo forrageiro**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. (EMBRAPA MILHO E SORGO. Comunicado técnico, 145).

SANTOS, J. F. dos; GRANGEIRO, J. I. T. Desempenho produtivo de cultivares de sorgo forrageiro e granífero na Paraíba. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 7, n. 2, p. 49-55, 2013.

SANTOS, M. L. de S.; SILVA, M. R. B. da; SANTOS, J. M. R. dos; MELO, R. F. de; GUIMARÃES, M. J. M. Desenvolvimento e produção do milho BRS Gorutuba submetido a diferentes níveis de disponibilidade de água no solo e adubo orgânico. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 11., 2016, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. p. 185-190. 1 CD-ROM. (Embrapa Semiárido. Documentos, 271).

SANTOS, R. C. dos; GONDIM, T. M.; SILVA, A. F. S.; ARRIEL, N. H. C., P. de A.; SILVA FILHO, J. L. **Manejo do amendoim rasteiro no nordeste brasileiro.** Petrolina, 2012b. (Circular técnica, 98).

SANTOS, R. C. dos; SILVA, A. F.; GONDIM, T. M.; OLIVEIRA JUNIOR, J. O. L. de; ARAÚJO NETO, R. B. de; SAGRILO, E.; VASCONCELOS, R. A. de; MELO FILHO, P. de A.; SILVA FILHO, J. L. da. Stability and adaptability of runner peanut genotypes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 8, p. 1118-1124, ago. 2012a.

SILVA, A. F.; CORREIA, R. C.; WILKER, L. N. Dinâmica de cultivos simultâneos para áreas dependentes de chuva no semiárido. In: ENCONTRO DE DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE, 3., 2014, Recife. [Anais...] Recife: UFPE, Prodema, 2014.

SILVA, A. F. Identificação e avaliação e materiais genéticos existentes no BAG de mandioca do Semiárido com potencial para uso em sistemas de produção de base agroecologica. In: MEDEIROS, C. A. B.; CARVALHO, F. L. C.; STRASSBURGER, A. S. (Ed.). **Transição agroecológica:** construção participativa do conhecimento para a sustentabilidade: projeto macroprograma 1: resultados de atividades 2009-2010. Brasília, DF: Embrapa; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. p. 137-141.

SILVA, A. F.; OLIVEIRA, D. S.; SANTOS, A. P. G.; SANTANA, L. M. de; OLIVEIRA, A. P. D. de. Comportamento de variedades de mandioca submetidas a fertilização em comunidades dependentes de chuva no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 3, p. 221-235, 2013.

SILVA, A. F.; SANTANA, L. M. de; FRANÇA, C. R. R. S.; MAGALHÃES, C. A. de S.; ARAÚJO, C. R. de; AZEVEDO, S. G. de. Produção de diferentes variedades de mandioca em sistema agroecológico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 33-38, 2009.

SILVA, A. F.; SANTANA, L. M. de; SANTOS, A. P. G.; COELHO, A. I. de A.; PONTES, G. M. de A.; OLIVEIRA, A. P. D. de. Comportamento de variedade de mandioca submetida a diferentes adubações na comunidade de Lagedo. Petrolina, PE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2. 2008, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008. p. 427.

SILVA, F. G.; BRITO, C. F. de; OLIVEIRA, J. A.; RODRIGUES, J. P.; TABOSA, J. N.; SILVA FILHO, J.G. **Sorgo Silageiro SF-15 para a bacia leiteira de Alagoas e regiões similares.** Alagoas, 2011. Secretaria de Estado de Agricultura e do Desenvolvimento Agrário, AL. Folheto Emater-AL, 2011.

SILVA, M. S. L. da; SILVA, A. F.; GOMES, T. C. de A.; GAVA, C. A. T.; SILVA, D. J.; MENDES, A. M. S.; CUNHA, T. J. F. **Alternativas de insumos para manejo em sistemas agrícolas de base ecológica.** Recife: Embrapa Solos, 2008 (Comunicado técnico, 40).

SOUZA, L. da S.; SILVA, J. da; SOUZA, L. D.; GOMES, J. C. Calagem e adubação para a mandioca. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. (Ed.). **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, laranja, tangerina, lima ácida, mamão, mandioca, manga e maracujá.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. p. 126-144.

TABOSA, J. N.; REIS, O. V. dos; NASCIMENTO, M. M. A do; LIMA, J. M. P. de; SILVA, F. G. da; SILVA FILHO, J. G. da; BRITO, A. R. M. B.; RODRIGUES, J. A. S. O sorgo sacarino no semiárido brasileiro: elevada produção de biomassa e rendimento de caldo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO e SORGO, 28, 2010. Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABMS, 2010. 1 CD ROM.

TEIXEIRA, C. G.; JARDINE, J. G.; ZARONE, M. H. Influência da época de corte sobre o teor de açúcares de colmos de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 9, p. 1601-1606, 1999.

VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos.** 2. ed. Viçosa: Ed. da UFV: DZO, 2006. 329 p.

VASCONCELOS, J. M. G.; MOURÃO, A. E. B.; CAVALCANTE, A. C. R.; FRANCO, F. S. Práticas agroecológicas de convivência com o semiárido adotadas por agricultores familiares no Sertão Cearense. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS NATURAIS DO SEMIÁRIDO, 1., 2013, Iguatu. **[Anais...]** Iguatu: SBRNS, 2013. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/89113/1/AAC-Praticas-agroecologicas.pdf>>. Acesso em: 6 mar. 2014.

VILARINHO, A. A.; SILVA, A. F.; ROCHA, M. de M. **Avaliação de genótipos de feijão-caupi sob condições de baixo uso de insumos.** Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2010 (Embrapa Roraima. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 26).

Capítulo 3

As principais oleaginosas da agricultura familiar

*Anderson Ramos de Oliveira
Nair Helena Castro Arriel*

O cultivo de espécies oleaginosas por agricultores familiares, notadamente aqueles que desenvolvem suas atividades em condições de deficit hídrico, está diretamente relacionado a seus usos múltiplos possíveis: produção de óleo, alimentação para o homem e para os animais e produção de fibra ou matéria-prima para energia.

No Nordeste brasileiro, a agricultura é praticada principalmente em cultivos extensivos em áreas dependentes de chuva, onde há pouca competitividade e definição de espaços econômicos. A situação é agravada pelas peculiaridades climáticas da região, que é caracterizada pela escassez de precipitações pluviais no espaço e no tempo (sazonalidade irregular) e pelo baixo uso de tecnologias, gerando perdas e produtos de qualidade comercial inferior.

Para a integração competitiva dessa atividade, é primordial oferecer e incentivar o uso de tecnologias produtivas, rentáveis e adequadas aos diferentes sistemas de cultivo, aprimorando-os de acordo com padrões tecnológicos ao incluir novas alternativas para diversificar a oferta de matéria-prima para a produção agrícola. Isso implicará possibilidades de lucros e maior qualidade de vida aos trabalhadores rurais, que serão motivados ao

atingirem produções maiores das culturas tradicionalmente exploradas e, em consequência, contribuirão para um sistema de produção economicamente sustentável (Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Caatinga, 2004; Gariglio et al., 2010).

Dentro desse contexto, as espécies oleaginosas, como o amendoim (*Arachis hypogaea* L.), a mamona (*Ricinus communis* L.), o gergelim (*Sesamum indicum* L.), o girassol (*Helianthus annuus* L.) e o algodão (*Gossypium hirsutum* L.), são excelentes opções agrícolas, uma vez que são tradicionalmente exploradas em pequenas e médias propriedades agrícolas nordestinas em função principalmente de suas características de tolerância à seca, facilidade de cultivo e ampla adaptabilidade às condições edafoclimáticas da região.

A produção de oleaginosas no Brasil foi alavancada com a intervenção do governo federal por meio do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), criado em 2004, que buscava a implementação técnica, econômica e sustentável da produção de biodiesel, e do Plano Nacional de Agroenergia (PNA), em 2006, que visava organizar e desenvolver propostas de pesquisa, desenvolvimento, inovação e transferência de tecnologia para garantir a sustentabilidade e competitividade às cadeias de agroenergia. Por causa do PNA, as oleaginosas passaram a ter mais visibilidade dentro da matriz energética nacional, o que resultou em ações de pesquisas, tais como: prospecção de novas espécies oleaginosas de ampla adaptação edafoclimática; formação de bancos de germoplasma, estudos de zoneamento agroecológicos para as oleaginosas convencionais e potenciais; e desenvolvimento de cultivares e de sistemas de manejos, dentre outras (Brasil, 2006).

Para viabilizar a expressão potencial dessas oleaginosas, foi imprescindível que o governo assegurasse aos agricultores familiares a apropriação de inovações tecnológicas ou em processo de validação pela pesquisa brasileira. Nesse sentido e em função das perspectivas das culturas do amendoim, gergelim, girassol, mamona e algodão e de suas adaptabilidades às condições climáticas da região nordestina, a Embrapa, juntamente com as demais organizações de pesquisa, de ensino e de extensão do Nordeste, estruturou mecanismos de fomento e desenvolveu projetos de pesquisas e transferência de tecnologia direcionados ao atendimento da demanda dos produtores e de todos os segmentos das cadeias produtivas dessas oleaginosas. O objetivo foi apresentar uma alternativa ao segmento agroindustrial

oleaginoso que sofria com a redução da produção do algodão nordestino, provocada por diversos fatores, dentre os quais, as secas, as reduções de créditos bancários, os juros elevados, o preço baixo pago ao produtor e a incidência de pragas (Arriel et al., 2009a).

Atualmente, a agricultura familiar da região semiárida do Nordeste brasileiro dispõe de sistemas de cultivos de oleaginosas avançados e que respondem à necessidade dos agricultores no que diz respeito à escolha de cultivares/variedades, espaçamentos e densidades de plantio, épocas de plantio, manejo de adubação, tratos fitossanitários, técnicas de colheita, sistemas consorciados, dentre outros aspectos relacionados a suas cadeias produtivas. Contudo, os estudos com tais oleaginosas continuam sendo de grande interesse, uma vez que os patamares produtivos alcançados na região Nordeste ainda estão aquém daqueles encontrados em outras regiões.

A seguir, serão apresentadas as oleaginosas mais cultivadas no Nordeste brasileiro por agricultores familiares em condições de sequeiro ou em sistemas de captação de água de chuva, tais como as cisternas e as barragens subterrâneas, para garantir maior manutenção da umidade do solo da área de plantio.

Cultivo da mamona

Aspectos gerais

A mamona é uma das oleaginosas mais cultivadas pelos agricultores familiares em regiões caracterizadas pelo deficit hídrico devido à baixa precipitação. Sua peculiaridade de resistir a ambientes adversos, principalmente àqueles de elevada restrição hídrica, desperta o interesse de agricultores que veem, nessa cultura, uma fonte alternativa de renda. A espécie é originária do continente africano, provavelmente seu centro de origem seja a Etiópia. Contudo, se dispersou por todo o mundo e se adaptou às mais diferentes condições edafoclimáticas. Atualmente, os maiores produtores dessa cultura são: Índia, China, Moçambique e Brasil, onde a mamoneira foi introduzida pelos portugueses no período colonial com o intuito de utilizar o óleo extraído de suas sementes para a iluminação e para a lubrificação de eixos de carroças e de engrenagens dos engenhos de cana-de-açúcar.

A produtividade média da mamoneira no Brasil é de 490 t ha⁻¹. Na safra 2017/2018, a produção de grãos de mamona no Brasil foi de 20 mil toneladas, com destaque para os estados da Bahia – com 17 mil toneladas – e de Mato Grosso – com 2,4 mil toneladas (Conab, 2019). Na mesma safra, a produtividade média alcançada foi de 630 kg ha⁻¹.

O requerimento hídrico considerado ideal para a espécie varia entre 750 mm e 1.500 mm; contudo, a espécie é capaz de produzir satisfatoriamente desde que receba, até o início da floração, de 400 mm a 500 mm de água (Távora, 1982). Nessa análise de demanda hídrica, deve-se levar em consideração não somente a precipitação, mas também o balanço hídrico. Assim, em estudo realizado por Souza et al. (2013) em condições de sequeiro, verificou-se que a mamoneira apresentou evapotranspiração diária de 2,43 mm, sendo essa similar às variações da precipitação pluvial, perfazendo 342,5 mm durante todo o ciclo de crescimento e desenvolvimento da cultura.

Além de sua resistência à seca, a espécie apresenta outras características desejáveis, como a produção de óleo e torta. As sementes de mamona apresentam de 25% a 49% de óleo, que apresenta elevada qualidade e é de grande interesse no mercado internacional. Em sua extração (por prensagem das sementes a quente ou a frio ou por solventes), obtém-se um produto com aproximadamente 90% de ácido graxo (ácido ricinoleico), que contém uma hidroxila; esse fator é um diferencial desse óleo, pois o torna solúvel em álcool à baixa temperatura, muito viscoso e com propriedades físicas especiais (International Castor Oil Association, 2005).

A mamoneira se destaca ainda pela sua múltipla aplicação industrial (ricinoquímica) e apresenta boas perspectivas de utilização como fonte energética (biodiesel) no Brasil e no mundo. As características físico-químicas do óleo de mamona o tornam único e muito demandado pelos mais diversos setores industriais, podendo ser utilizado na fabricação de lubrificantes, tintas, isolantes, germicidas, fungicidas, inseticidas, vernizes, nylon, policloreto de vinila (PVC), impermeabilizantes de tecidos, espessantes, plastificantes, antiespumantes, graxas e sabões especiais, bem como na composição de borracha natural e sintética, lacas, corantes, anilinas, cosméticos e medicamentos farmacêuticos (Chierice; Claro Neto, 2007). Os resíduos da extração do óleo também são aproveitados, como é o caso

da glicerina, que é utilizada nas indústrias cosmética e farmacêutica, e da torta (de elevado valor proteico), que pode ser utilizada na adubação e alimentação animal.

Para utilização da mamona como ração, deve-se proceder à eliminação da sua toxicidade, pois a torta de mamona apresenta substâncias nocivas, como a ricina, a ricinina e alguns complexos alergênicos que podem causar até a morte do animal. Após a eliminação do componente tóxico, a torta de mamona pode ser excelente alternativa do ponto de vista nutricional para ovinos (Marinho et al., 2014) e pode ser utilizada em até 67% de substituição do farelo de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] na alimentação (Pompeu et al., 2012). Em outro estudo, Vieira et al. (2010) concluíram que o farelo de mamona destoxicificado pode substituir em até 100% o farelo de soja. Assim, em se tratando de ovinos, a mamona deve ser incluída na dieta de acordo com a viabilidade econômica da substituição do farelo de soja (Silva et al., 2010). Observação semelhante é encontrada para vacas em lactação; a inclusão de até 10% de farelo de mamona na dieta total pode ser recomendada, ficando condicionada ao preço do farelo (Souza, 2014). Contudo, o processo de eliminação da toxidez da torta de mamona ainda não é totalmente aplicável para fins de alimentação animal, uma vez que os métodos físicos que envolvem a submissão da torta a altas temperaturas ou métodos químicos, como a aplicação de amônia, de cloreto de sódio ou hidróxido, carecem de maiores estudos antes de serem considerados seguros e economicamente viáveis para o agricultor (Fonseca; Soto-Blanco, 2014).

Sistema de cultivo

A época de plantio mais indicada para o cultivo da mamona é o início do período chuvoso, quando as condições de umidade permitirão maior germinação e pegamento das plântulas, principalmente nas condições semiáridas, nas quais atrasos no plantio poderão reduzir o estande de plantas, uma vez que as sementes podem não germinar ou aquelas que germinarem podem não conseguir sobreviver à estiagem que se segue ao período chuvoso.

A mamoneira adapta-se aos mais diferentes tipos de solo, pois, além da tolerância ao déficit hídrico, essa espécie possui sistema radicular

profundo, o que lhe permite explorar maior volume de solo. Contudo, seu cultivo em solos de baixa fertilidade compromete seu crescimento e desenvolvimento, assim como a produção e qualidade do óleo produzido. Para evitar perdas, deve-se realizar a amostragem do solo para fins de recomendação de adubação. Em estudo desenvolvido por Severino et al. (2006b), constatou-se que a adubação com nitrogênio (N) e potássio (K), ao interferir na expressão sexual da mamoneira, permite aumentos na produtividade. De maneira geral, a mamoneira responde positivamente a doses crescentes de N, fósforo (P) e K, atingindo maiores valores de matéria seca, área foliar, número de folhas e diâmetro do caule (Rodrigues et al., 2011).

Para agricultores familiares do Semiárido, pode-se recomendar ainda a utilização de adubos orgânicos a fim de reduzir custos com adubação química. Em estudo realizado em condições de sequeiro no estado da Paraíba, observou-se que a mamoneira, quando cultivada em solo arenoso, apresenta maior desempenho quando fertilizada com esterco bovino e que a dose mais recomendada é de $10\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$ de esterco (Ferreira, 2012). De acordo com Severino et al. (2006a), a mamoneira responde positivamente ao fornecimento de nutrientes via adubação química ou orgânica, com aumentos significativos no crescimento, no desenvolvimento e na produtividade. Além disso, o material orgânico proporciona melhoria na aeração e retenção de água no solo.

Considerando o cultivo em sequeiro, um dos aspectos mais relevantes é a escolha da época de plantio, pois a seleção inadequada poderá resultar em prejuízos consideráveis resultantes da não germinação de sementes ou da obtenção de estande reduzido de plantas, do aumento nos custos com replantio, das perdas na produtividade devido ao baixo desenvolvimento vegetativo das plantas e das perdas na qualidade do óleo, dentre outras.

Ainda que a mamoneira apresente tolerância ao estresse hídrico e se desenvolva bem nos mais diversos tipos de solos, as questões edafoclimáticas não podem ser negligenciadas. A escolha da época de plantio deve ser feita de forma que o ciclo da cultura se ajuste ao maior período de concentração de chuvas, a fim de que as cultivares possam atingir máximas produtividades (Lopes et al., 2013). Por isso, estudos de zoneamento agroclimático e agroecológico para essa cultura devem ser levados em consideração no momento da escolha da área de plantio e da cultivar a ser plantada. Além disso, as políticas públicas voltadas para a agricultura

familiar de sequeiro dependem do zoneamento para serem efetivadas (ou seja, áreas não contempladas no zoneamento não podem receber auxílio ou incentivo federal). Assim, para agricultores familiares que dependam de incentivos do governo federal, é de fundamental importância o conhecimento do zoneamento da cultura. O zoneamento climático, tanto para a cultura da mamona quanto para diversas outras culturas, é divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e, anualmente, são apresentadas portarias que se referem à cultura ou à safra do ano vigente. Assim, os agricultores, sempre que necessário, devem recorrer ao Mapa para obterem informações atualizadas sobre o zoneamento da cultura desejada, principalmente para definir o período de semeadura, o tipo de solo e as cultivares mais indicadas.

Durante o plantio, a profundidade de semeadura pode variar conforme o tipo de solo e as condições de umidade. Sob condições de reduzida umidade ou de baixa capacidade do solo, como é o caso de solos de composição mais arenosa, deve-se optar por plantios mais profundos. Já no caso de solos com maior disponibilidade de água, como ocorre em baragens subterrâneas durante o período chuvoso, deve-se optar por plantios mais próximos à superfície do solo. No geral, a profundidade média de 5 cm tem sido suficiente na maioria dos solos.

Principais cultivares

Para as condições de sequeiro, são recomendadas algumas cultivares de mamona que foram lançadas pela Embrapa Algodão em parceria com a Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (Emparn). Dentre as cultivares, destacam-se a BRS Energia, a BRS Nordestina (Figura 1), a BRS Gabriela e a BRS Paraguaçu (Figura 2).

A cultivar BRS Nordestina caracteriza-se por apresentar a maior altura média (pode alcançar 1,90 m). O caule tem cor esverdeada e, assim como os racemos, apresenta cerosidade em sua extensão. O ciclo varia de 230 a 250 dias. Desenvolve-se bem em regiões com precipitação de pelo menos 500 mm durante todo o ciclo, com temperatura variando de 20 °C a 30 °C, e demonstra, durante a fase inicial de desenvolvimento e de crescimento, elevada sensibilidade ao estresse hídrico (Beltrão et al., 2003). Em relação às

Fotos: Máira Milani

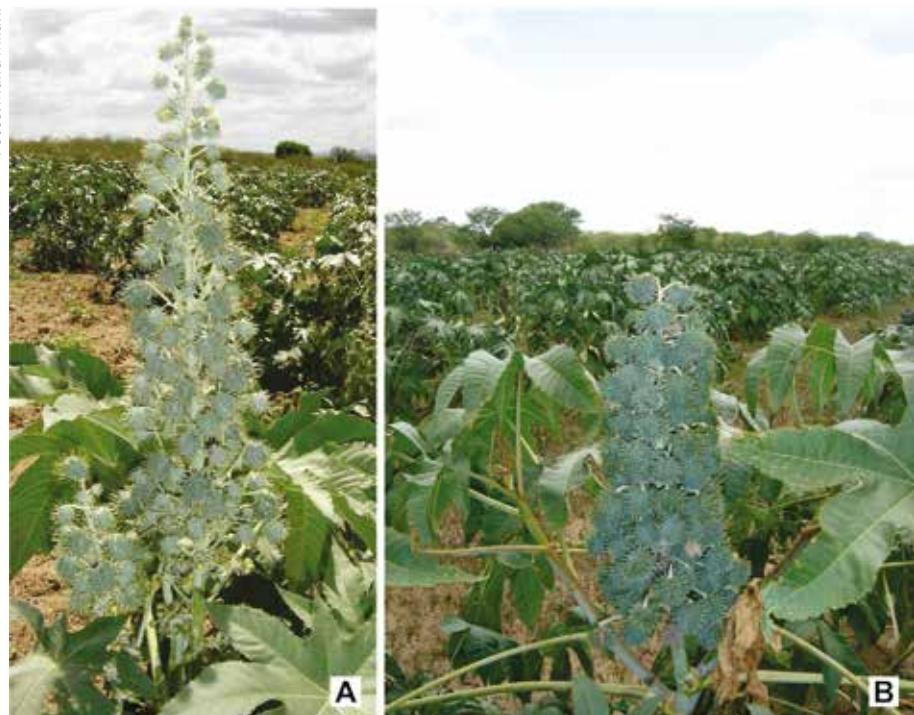


Figura 1. Cultivares de mamona (*Ricinus communis* L.) recomendadas para as condições de sequeiro: BRS Energia (A), BRS Nordestina (B).

Fotos: Máira Milani



Figura 2. Cultivares de mamona (*Ricinus communis* L.) recomendadas para as condições de sequeiro: BRS Gabriela (A) e BRS Paraguaçu (B).

susas peculiaridades produtivas, verifica-se que a cultivar apresenta de 4 a 7 cachos por planta, com 60 frutos semideiscentes por cacho e teor de óleo de 48,9%. A produtividade, dependendo do manejo adotado e das condições edafoclimáticas, pode atingir 1.500 kg ha⁻¹. Em estudo desenvolvido em Carnaubais, RN, onde houve apenas 350 mm de precipitação desde o plantio até a colheita, Severino et al. (2006a) observaram que, apesar do deficit hídrico, a produtividade dessa cultivar alcançou 1.172 kg ha⁻¹ após manejo em que foi utilizada adubação 55 kg ha⁻¹ de N, 70 kg ha⁻¹ P, 50 kg ha⁻¹ de K e 2.500 kg ha⁻¹ de esterco bovino. Na Chapada do Araripe, PE, sob condições de sequeiro, Drumond et al. (2010) verificaram produtividade dessa cultivar de 719 kg ha⁻¹.

A cultivar BRS Paraguaçu apresenta altura média inferior à da BRS Nordestina (atinge, em média, 1,60 m), caule e ramos arroxeados e apresentam camada de cera. A cultivar adapta-se a altitudes que variam de 300 m a 1.500 m e requer de 500 m a 1.000 mm de chuva durante o ciclo (250 dias) para produzir frutos (Cartaxo et al., 2004). Assim como na BRS Nordestina, o número de cachos na BRS Paraguaçu é de 4 a 7 por planta; contudo, o número de frutos por cacho é ligeiramente inferior ao da BRS Nordestina (em média, 40 frutos por cacho). O teor de óleo é de 48%, e a produtividade média é de 1.500 kg ha⁻¹, dependendo das condições edafoclimáticas e de manejo da cultura. Em estudo desenvolvido por Drumond et al. (2010) na Chapada do Araripe, PE, em condições de sequeiro, a cultivar BRS Paraguaçu produziu 889 kg ha⁻¹. Em estudo realizado por Severino et al. (2006c), verificaram-se elevadas produtividades em três municípios: Carnaubais, RN (1.237,6 kg ha⁻¹), Maranguape, CE (1.741,5 kg ha⁻¹) e Quixeramobim, CE (1.918,5 kg ha⁻¹), com precipitação total durante o ciclo de desenvolvimento de 350 mm, 448 mm e 758 mm, respectivamente. Em condições de maior precipitação, essa cultivar tem potencial para atingir produtividades mais elevadas; por exemplo, tem-se o estudo realizado por Costa et al. (2006) no município de Areia, PB, cuja precipitação média de 1.400 mm proporcionou produtividade de 2.181 kg ha⁻¹.

A cultivar BRS Energia foi submetida a testes de validação na região Nordeste e demonstrou adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, notadamente no que se refere à pluviosidade, apresentando resistência moderada ao deficit hídrico e ao estresse salino (Faria, 2010; Santos et al., 2013). Essa cultivar tem ciclo médio mais precoce do que o das cultivares

BRS Nordestina e BRS Paraguaçu, necessitando de apenas 120 dias para completar seu ciclo. A altura média é de 1,40 m, com caules verdes e cerosos. O número de cachos varia entre 2 e 8 por planta. Porém, o número de frutos por cacho é muito superior ao das cultivares mencionadas anteriormente, com média de 100 frutos por cacho, os quais são indeiscentes e com teor de óleo de 48% (Milani et al., 2011). A produtividade dessa cultivar em condições de sequeiro pode alcançar 1.800 kg ha⁻¹, desde que cultivada no período chuvoso, com boa distribuição da precipitação. Em estudo desenvolvido na microrregião Cariri Oriental, com pluviosidade média de 350 mm anuais (baixo índice pluviométrico), Santos et al. (2010a) verificaram produtividade média de 998 kg ha⁻¹ quando foi utilizada adubação orgânica com 13 t ha⁻¹ de esterco bovino. Em condições de maior precipitação, é possível alcançar maiores produtividades, como foi observado por Lacerda et al. (2016) no município de Pombal, PB, onde a precipitação pluvial média de 800 mm permitiu que a cultivar BRS Energia expressasse elevada produtividade, atingindo 1.850 kg ha⁻¹ e alto teor de óleo (55%).

A cultivar BRS Gabriela, por sua vez, foi lançada no ano de 2012 e apresenta características desejáveis, como alta produtividade (1.900 kg ha⁻¹) em condições de sequeiro e alto teor de óleo (50%). O ciclo da planta se completa em 150 dias, a altura média é de 1,60 m, e o caule se mostra avermelhado e ceroso. O número de cachos por planta varia de 5 a 8, com 40 frutos por cacho. Assim como no caso da 'BRS Energia', os frutos da 'BRS Gabriela' são indeiscentes. A cultivar tem ampla adaptação edafoclimática, desde que a pluviosidade seja superior a 500 mm, e apresenta tolerância moderada à salinidade (Milani et al., 2012; Sá et al., 2016).

A maior parte da produção nacional de mamona é feita em pequenas propriedades, que utilizam a mamona como segunda cultura em regime de consórcio com milho (*Zea mays* L.) ou feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Nesse tipo de consórcio, que é típico do Semiárido brasileiro, são utilizadas cultivares deiscentes ou semideiscentes de portes médio a alto e ciclo longo (Milani et al., 2011). A cultivar BRS Nordestina tem melhor adaptação ao consórcio, especialmente com feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], e pode alcançar aproximadamente 50% de vantagem em relação ao monocultivo (Furtado et al., 2012). A eficiência agronômica para o uso da terra e os parâmetros biológicos dos consórcios de mamoneira com feijão-caupi ou milho é constada em estudo (Oliveira Filho et al., 2016).

A escolha das culturas consorciadas é importante para definir o manejo e para evitar que possam competir pelos fatores de crescimento (nutrientes, água, luz, CO₂ e espaço). Sendo assim, no consórcio, devem-se levar em consideração as características de desenvolvimento das culturas. Recomenda-se, por exemplo, que o plantio do gergelim seja realizado 14 dias após a semeadura da mamona ou até antes, caso o ambiente seja mais favorável (Magalhães et al., 2013). Outra recomendação é que, no consórcio da mamona com feijão-caupi ou gergelim, sejam priorizadas cultivares de ciclo médio e de porte baixo; no caso de monocultivo, pode-se optar por cultivares precoces de ciclo curto (Sousa Junior et al., 2012). Além disso, o rendimento da mamoneira em diferentes arranjos populacionais, quando consorciada com sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], milho e feijão-caupi, cresce com o aumento de sua própria população e decresce com o aumento de população da cultura consorte (Azevedo et al., 2007).

Em Quixadá, CE, sob regime de sequeiro, Pinto et al. (2012) observaram que o consórcio da mamona (cultivar BRS Energia) com girassol proporcionou média de produtividade da mamona de 755,46 kg ha⁻¹ e que o maior rendimento foi obtido quando a mamona foi plantada 21 dias antes do plantio do girassol.

Em Irecê, município em que se encontra a principal região produtora de mamona na Bahia, é comum a consorciação da mamoneira com o feijão-comum e se observa o modelo do triconsórcio (feijão, milho e mamona) com baixo uso de tecnologia (Kouri; Santos, 2006). De acordo com Teixeira et al. (2012), o índice de equivalência de área proporcionada pela consorciação do feijão-comum com a mamoneira revela que a consorciação é mais eficiente do que o monocultivo.

Cultivo do gergelim

Aspectos gerais

O gergelim pertence à família Pedaliaceae, sendo considerada uma das oleaginosas mais conhecidas da humanidade. Essa planta é originária dos continentes africano e asiático e expandiu-se por muitas partes do mundo (Pandey et al., 2015). Em muitos países africanos, como a Nigéria,

a espécie representa a maior fonte de óleo para exportação, tendo como finalidades principais a alimentação (em especial, a indústria da panificação, sendo o óleo também utilizado na culinária), que absorve 90% do gergelim produzido mundialmente, e a indústria de cosméticos, em decorrência de seus antioxidantes naturais.

O gergelim tem boa adaptabilidade às condições edafoclimáticas da região semiárida do Brasil, sendo excelente opção de diversificação agrícola para os agricultores familiares. A elevada qualidade do seu óleo e a sua alta concentração – equivalente a 50% do peso da semente – favorecem a sua utilização na indústria alimentícia e na indústria química de óleos, as quais se encontram atualmente em plena ascensão em decorrência do aumento anual de aproximadamente 15% na quantidade de produtos industrializáveis para consumo. Isso gera demanda por produtos in natura e mercado potencial capaz de absorver quantidades superiores às da oferta atual.

A produção mundial de gergelim é estimada em 6,23 milhões de toneladas, e a superfície cultivada em 10,82 milhões de hectares, com uma produtividade de 576,3 kg ha⁻¹. Os países com as maiores áreas cultivadas são: Sudão (2,53 milhões de hectares), Índia (1,78 milhão de hectares), Mianmar (1,07 milhão de hectares), Tanzânia (928,2 mil hectares), Sudão do Sul (580,0 mil hectares), Nigéria (559,9 mil hectares), Burkina Faso (506,0 mil hectares), China (429,1 mil hectares), Chade (421,5 mil hectares), Etiópia (420,4 mil hectares), Uganda (207,2 mil hectares) e Níger (131,5 mil hectares). Juntos, esses países são responsáveis por 88,43% da área colhida e por 87,91% da produção mundial de grãos de gergelim (Kouri; Arriel, 2009; FAO, 2017).

O Brasil, por sua vez, é um pequeno produtor. Os estados brasileiros produtores de gergelim são: Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia e Minas Gerais. Em 2014, o País produziu 7 mil toneladas em 10 mil hectares e teve produtividade em torno de 700,0 kg ha⁻¹ (FAO, 2017). Até o ano de 2015, o estado de Goiás respondia por aproximadamente 60% da produção nacional e 50% de área cultivada. Nesse mesmo ano, Mato Grosso registrou um total de 20 mil hectares implantados com a cultura. Já nos estados do Nordeste, a exploração ainda permanece, em sua maioria, em âmbito de subsistência, com poucos excedentes comercializáveis em feiras locais, panificadoras e casas de produtos naturais (Kouri; Arriel, 2009).

O gergelim produzido no Brasil tem uso diferenciado: enquanto, no Nordeste, o principal uso é a alimentação humana, na região Centro-Oeste, grande parte do que é produzido vai para o abastecimento das indústrias e para os mercados de produtos naturais, especialmente em São Paulo, Curitiba e Rio de Janeiro, e para exportação para Israel, Japão e Paraguai. Deve-se salientar que a inclusão do gergelim como nova alternativa para diversificar a oferta de matéria-prima para produção agrícola no Semiárido possibilita lucros e qualidade de vida aos trabalhadores rurais, motivando-os e dando uma perspectiva de melhores produções associadas às culturas tradicionalmente exploradas. Além disso, o gergelim é opção viável para rotação e consórcio com outras culturas e, por ser pouco exigente em insumos, pode ser utilizado em agricultura orgânica.

Sistema de cultivo

O plantio do gergelim em condições de estresse hídrico deve ser realizado no período chuvoso, a fim de que as plantas consigam vencer e se estabelecer, tolerando os períodos de estiagem. Antes do plantio, deve-se proceder ao preparo do solo com aração (de 25 cm a 30 cm de profundidade) e gradagem.

Correções do solo e adubações devem ser realizadas de acordo com a análise de solo. Como se trata de uma cultura que armazena, em suas sementes, óleo e proteína (que são substâncias de elevado conteúdo energético), a planta de gergelim gasta muita energia para fabricá-los, demandando grande quantidade de N, P e enxofre (S) para suas respectivas sínteses. Além do N, o K é o segundo nutriente absorvido em maior quantidade pelo gergelim. Considerando que as maiores taxas de absorção de N ocorrem dos 45 aos 70 dias da emergência e que, nos frutos, o período de maior absorção é pequeno (cerca de 15 dias), a adubação nitrogenada deve ser aplicada de forma parcelada: deve-se usar o mínimo na fundação (até 20% do total) e o restante em cobertura em sulcos cobertos para reduzir as perdas por volatilização e desnitrificação. Quanto a P e K, as maiores taxas de absorção ocorrem bem antes dos 50 dias de idade da planta, evidenciando-se a necessidade desses nutrientes na fundação. Ressalta-se, assim, que a quantidade de adubação a ser usada vai depender do tipo e da fertilidade do solo, que podem ser avaliados pela análise do solo (Lima; Beltrão, 2009).

As sementes de gergelim são muito pequenas. Por isso, a profundidade de plantio deve ser inferior a 3 cm para não dificultar a germinação ou a emergência das plântulas. Sendo assim, as covas ou o sulco de plantio não podem ser mais profundos do que 3 cm, sendo o ideal de 2,0 cm a 2,5 cm (Queiroga et al., 2008a; Beltrão et al., 2013).

Arriel et al. (2009b) recomendam que, nesse plantio, sejam utilizadas de 6 a 10 sementes por cova. Caso seja realizado o plantio em sulco, deve-se distribuir 30 sementes por metro linear, obedecendo a um espaçamento de 0,60 m a 1,0 m entre fileiras simples e de 0,10 m a 0,20 m entre plantas. A densidade de plantio depende da cultivar: para cultivares ramificadas de porte alto, utilizam-se de 110 mil a 130 mil plantas por hectare; para variedades não ramificadas, recomenda-se o estande de 200 mil plantas por hectare.

Em relação à rotação de culturas, Arriel et al. (2009b) indicam as culturas de algodão, milho, feijão, soja, amendoim, mamona e sorgo como opções para serem utilizadas antes ou após o cultivo do gergelim. Há também a possibilidade de consórcio com essas culturas, com destaque para o consórcio entre o gergelim e o feijão.

O aumento da competitividade do agronegócio do gergelim se deve aos trabalhos conjugados das áreas de melhoramento genético, manejo e tratos culturais e às tecnologias de alimentos. Essas áreas têm viabilizado a geração e difusão de conhecimentos e tecnologias para os agricultores, apresentando um sistema de cultivo cada vez mais consistente.

Principais cultivares

Para a região Nordeste, algumas cultivares de gergelim são recomendadas, tais como: Seridó 1, CNPA G2, CNPA G3 (Figura 3), BRS 196, BRS Seda e BRS Anahí (Figura 4), que são adaptadas às áreas tradicionais nordestinas ou de fronteira agrícola do Cerrado (Arriel et al., 2009b, 2015; Arriel; Cardoso, 2011).

A cultivar Seridó 1 é oriunda de seleção massal a partir de tipos locais cultivados em Jardim do Seridó, RN, cujas principais características agro-nômicas são: porte alto (até 180 cm), ciclo tardio de 130 a 140 dias, hábito de crescimento ramificado, um fruto por axila com sementes de coloração



Figura 3. Cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) recomendadas para a região Nordeste: Seridó 1 (A), CNPA G2 (B) e CNPA G3 (C).

Fotos: Nair Helena C. Arriel

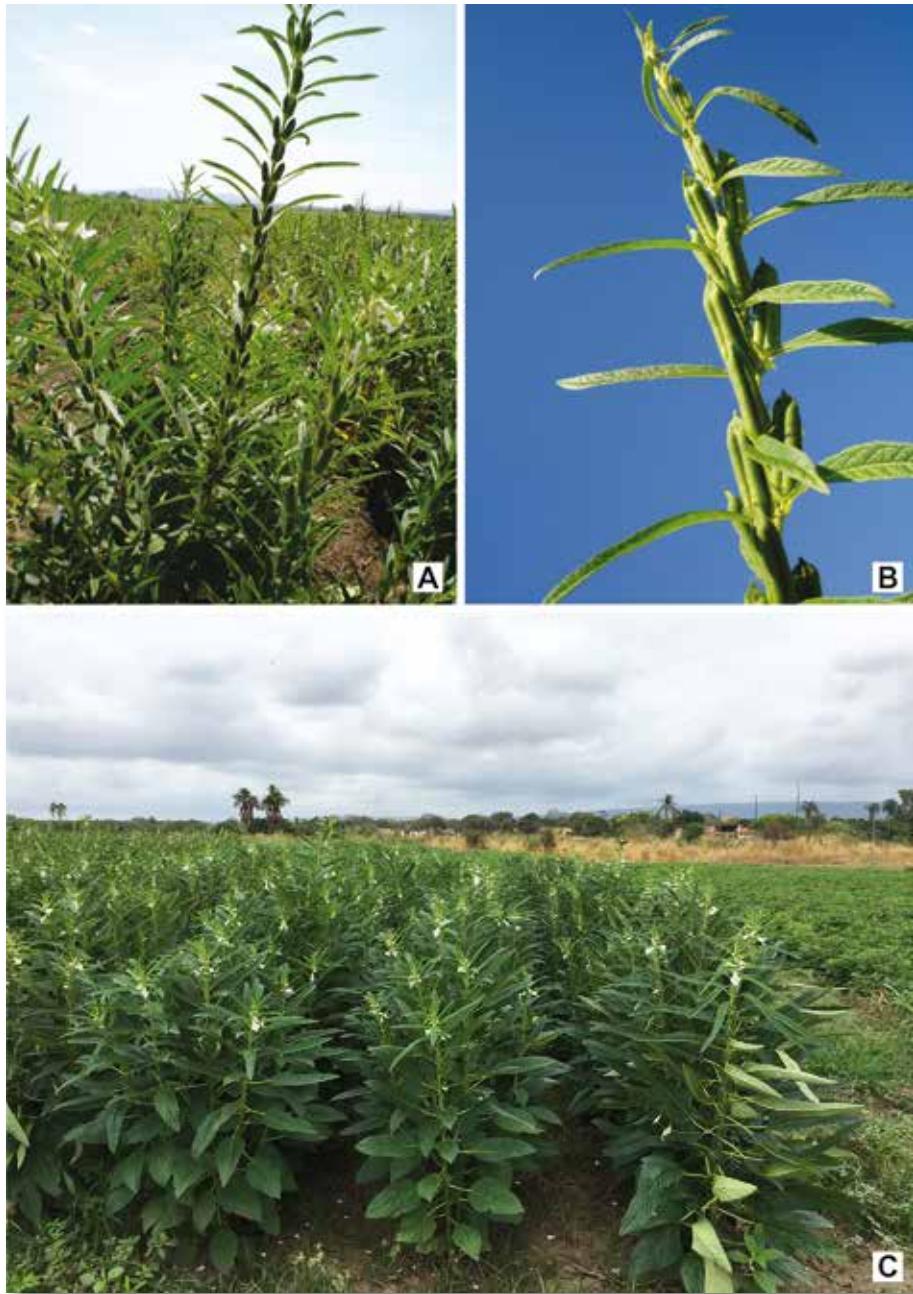


Figura 4. Cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) recomendadas para a região Nordeste: BRS 196 (A), BRS Seda (B) e BRS Anahí (C).

creme e cinza, susceptibilidade a doenças como a mancha-angular (causada por *Cylindrosporium sesami*), a cercosporiose (causada por *Cercospora sesami*) e a murcha de *Macrophomina*, também conhecida por podridão negra do caule (causada por *Macrophomina phaseolina*). Essa cultivar é especialmente indicada para o cultivo em sequeiro na região semiárida em áreas com pelo menos 4 meses de precipitação. Essa cultivar pode alcançar, em média, produtividade de 610 kg ha⁻¹ de grãos e ter teor de óleo de 50%.

A cultivar CNPA G2 é oriunda da cultivar Venezuela-52 e apresenta as seguintes características: porte mediano (até 160 cm), ciclo médio (100 dias) e hábito de crescimento ramificado, três frutos por axila com sementes de coloração creme, tolerância à mancha-angular e susceptibilidade à cercosporiose e murcha de *Macrophomina*. Essa cultivar é recomendada para plantio em sequeiro e irrigado em todos os estados do Nordeste. Essa cultivar tem potencial superior ao da 'Seridó 1', alcançando produtividade de 710 kg ha⁻¹ e tendo teor de óleo variando de 50% a 53%.

A cultivar CNPA G3 é oriunda da cultivar Tegel, com melhoramento genético visando à resistência à mancha-angular, melhor produtividade e uniformidade. Essa cultivar tem as seguintes características: porte mediano (até 160 cm), ciclo médio (100 dias), hábito de crescimento ramificado, floração e maturação uniformes, um fruto por axila com sementes de coloração creme, resistência à mancha-angular e susceptibilidade à cercosporiose e à murcha de *Macrophomina*. Essa cultivar é especialmente indicada para a região semiárida nordestina, onde a mancha-angular é a principal limitação à cultura. A produtividade dessa cultivar é ligeiramente superior à da CNPA2, pois atinge, em média, 760 kg ha⁻¹; contudo, o teor de óleo das sementes é o mesmo (de 50% a 53%).

A cultivar BRS 196 é oriunda da cultivar Zirra FAO 51284, com melhoramento genético visando à melhor produtividade, uniformidade e tolerância à podridão negra do caule, mancha-angular e cercosporiose. As plantas apresentam as seguintes características: haste de coloração verde, porte mediano (155 cm), ciclo precoce (90 dias), crescimento ramificado, floração e maturação uniformes, sementes de coloração creme, um fruto por axila foliar, teor de óleo de 48% a 50% e peso médio de mil sementes de 3,10 g. É indicada para a região Nordeste e os cerrados de Goiás, atingindo produtividade de 804 kg ha⁻¹.

A cultivar BRS Seda é obtida a partir da cultivar Zirra FAO 51284 com melhoramento genético visando às sementes de coloração essencialmente branca e à produção variando de 940,50 kg ha⁻¹ de grãos a 2.300 kg ha⁻¹ de grãos em regimes de sequeiro e irrigado, respectivamente. Essa cultivar é recomendada para cultivo nas regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste. Associada ao manejo cultural adequado, essa cultivar pode ter uma produtividade mínima de 800 kg ha⁻¹ de sementes, podendo atingir até 1.500 kg ha⁻¹. O teor de óleo varia de 50% a 52%. Em estudo em área de sequeiro com a cultivar BRS Seda em Ceará-Mirim, RN, Grilo Júnior e Azevedo (2013) alcançaram produtividade de grãos de gergelim de 1.600 kg ha⁻¹ e concluíram que essa cultivar pode ser inserida nos meios produtivos da região, podendo garantir uma fonte alternativa de renda para as famílias dos pequenos produtores.

A cultivar BRS Anahí produz plantas que apresentam haste de coloração verde-escura, porte mediano, ciclo de 90 dias, hábito de crescimento não ramificado, floração aos 39 dias e três frutos por axila foliar. As sementes têm coloração esbranquiçada, peso médio de mil sementes de 4,22 g e teor médio de óleo de 51%. Apresenta tolerância à murcha de *Macrophomina*, mancha-angular e cercosporiose. Tem potencial genético de produzir 1.600 kg ha⁻¹ de sementes sob condições adequadas de umidade e nutrição (Arriel et al., 2015).

As cultivares de gergelim de ciclos precoce ou médio são recomendadas para o cultivo em sequeiro e irrigado na região Nordeste (onde o período de chuva é curto e irregular) e apresentam ciclo de produção de 90 a 110 dias. Considerando-se uma mesma densidade de plantio (número de plantas por unidade de área), as cultivares de gergelim atualmente disponíveis e recomendadas pela Embrapa Algodão (BRS Seda e BRS Anahí) têm potenciais genéticos de produtividade superiores a 2.500 kg ha⁻¹ e 1.600 kg ha⁻¹, respectivamente, e são alternativas de geração de renda para agricultores familiares (Arriel et al., 2015). A cultivar BRS Anahí, por apresentar hábito de crescimento não ramificado, pode ser cultivada em espaçamento mais reduzido, o que possibilita duplicar o número de plantas por hectare e, portanto, sua produtividade.

Cultivo do girassol

Aspectos gerais

Oleaginosa muito cultivada por agricultores familiares em condições de sequeiro, o girassol apresenta ciclo curto e é estratégica para a agricultura dependente de chuva, pois conclui seu ciclo em poucos meses, podendo ser cultivada no curto período chuvoso característico das regiões semiáridas do Nordeste.

O girassol é uma espécie anual da família Asteraceae, originária do continente americano, provavelmente do México, de onde se expandiu para outros continentes. Na safra de 2017, a produção mundial dessa oleaginosa foi superior a 50 milhões de toneladas, sendo os maiores produtores a Ucrânia (12,2 milhões de toneladas), a Rússia (10,5 milhões de toneladas) e a Argentina (3,5 milhões de toneladas) (FAO, 2019). No Brasil, a produção média total na safra 2017/2018 foi de 142,2 mil toneladas, com produtividade média de 1.489 kg ha⁻¹. Destacam-se os estados de Mato Grosso (com 101,9 mil toneladas), Goiás (com 24,0 mil toneladas) e Minas Gerais (com 8,5 mil toneladas) (Conab, 2019). A região Nordeste ainda não apresenta elevados índices de produção dessa oleaginosa; contudo, os estados da Bahia e do Ceará se destacam com cultivos realizados em pequenas propriedades por agricultores familiares que se valem da atividade para agregação de renda.

Das sementes do girassol, é extraído o óleo que é utilizado na alimentação humana, notadamente na manipulação de frituras. Os grãos do girassol têm importância também para padarias e confeitarias no preparo de bolos, pães, biscoitos e bolachas, dentre outros. Do girassol, também é possível extrair uma torta, que pode ser utilizada na alimentação animal. Além disso, o girassol tem uso na indústria farmacêutica, na fabricação de cosméticos e no mercado de flores ornamentais. Estudo de Ferreira et al. (2012) demonstrou que a aplicação tópica de óleo de semente de girassol acelerou o processo da cicatrização no tratamento de feridas em carneiros.

Vários estudos demonstram as vantagens de adicionar à dieta animal a torta de girassol. Costa et al. (2005) analisaram sua utilização na alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação e seus efeitos no

desempenho e nas características de carcaça. Concluíram que um acréscimo de 15% de torta de girassol nas rações de crescimento e terminação mantém os mesmos índices de desempenho e qualidade da carcaça, sendo essa a proporção que apresentou o melhor índice de eficiência econômica. Furlan et al. (2001) realizaram estudo com o objetivo de verificar o desempenho dos frangos de corte alimentados com rações contendo níveis crescentes de farelo de girassol e concluíram que a proteína do farelo de girassol pode substituir a do farelo de soja em até 30%, o que corresponde a cerca de 15% de inclusão de farelo de girassol nas rações dos frangos de corte.

No caso de bovinos, os estudos demonstram que a utilização de torta de girassol pode ser alternativa na alimentação de vacas em lactação. Contudo, o uso da torta não altera a eficiência de síntese de proteína microbiana nem o perfil de ácidos graxos do leite (Pereira et al., 2011).

Na região semiárida, onde a criação de caprinos é mais tradicional, os produtores podem utilizar o óleo de girassol na alimentação de cabras em lactação, pois estudos têm demonstrado que é possível incluir quantidades moderadas de óleo de girassol (rico em ácidos graxos insaturados) na sua dieta sem ocasionar efeitos negativos sobre a digestibilidade dos nutrientes nem sobre os parâmetros produtivos. Observou-se ainda que a suplementação de cabras alimentadas com dietas de óleo de girassol promove aumento percentual de gordura no leite (Martínez-Marín et al., 2012). Contudo, deve-se analisar a viabilidade econômica dessa prática, uma vez que o óleo de girassol tem elevado valor econômico por poder ser destinado à alimentação humana. Em outro estudo, Agy et al. (2012) concluíram que a torta de girassol pode ser incluída em até 24% da matéria seca em dietas de cabritos meio-sangue Boer sem comprometer o comportamento ingestivo nem os parâmetros fisiológicos desses animais.

Outro importante uso do óleo de girassol é a produção de biocombustível. O óleo, quando transesterificado, é totalmente convertido em ésteres etílicos de ácidos graxos e, assim, é convertido em biodiesel, que se apresenta dentro das especificações para todas as características, sendo apropriado para uso em motores a diesel. Além disso, esse biodiesel apresenta baixo teor de S, o que diminui a emissão desse gás para a atmosfera, evitando-se, assim, a ocorrência de chuva ácida (Ferrari; Souza, 2009). O fato de o girassol poder ser utilizado para a produção de biodiesel

agregou maior importância à cultura, uma vez que foi incluída no rol de espécies contempladas no PNBP. Isso fez aumentar o interesse dos produtores de biodiesel na cultura e, consequentemente, aumentar a demanda de produção da matéria-prima, a qual pode ser feita pelos agricultores familiares.

Sistema de cultivo

O girassol pode ser considerado uma espécie de elevada tolerância à seca e de alta produtividade de grãos e de óleo (Prado; Leal, 2006). Por isso, seu cultivo na região semiárida em agricultura dependente de chuva é recomendável. Segundo informações de Škorić (2009), essa espécie é cultivada em vários países nos chamados solos marginais (muitas vezes, em condições semiáridas), onde quase todos os anos ocorre estresse abiótico, atuando como um fator limitante à produção agrícola. A espécie tolera ampla variação de temperatura, podendo germinar desde 4 °C até 30 °C. Contudo, a temperatura ótima para seu desenvolvimento está na faixa entre 20 °C e 25 °C. Temperaturas muito altas, aliadas a estresse hídrico prolongado, provocam redução no estande de plantas ou redução na produtividade. O sistema radicular do girassol é profundo, o que permite que a espécie explore grande volume de solo, sendo esse um dos principais fatores que explicam a tolerância e resistência do girassol à seca.

O plantio do girassol pode ser realizado manualmente ou com o auxílio de uma matraca. Em barragens subterrâneas localizadas no município de Petrolina, PE, a operação de plantio tem sido realizada com matraca regulada com a quantidade de sementes ideal para ser depositada no sulco ou cova de plantio. No plantio em covas, normalmente realizado em pequenas áreas, utilizam-se de 3 a 5 sementes; no plantio em sulcos, a quantidade de sementes varia de acordo com a população de plantas desejadas por hectare. Ressalta-se que, na definição da quantidade de sementes por cova, deve-se levar em consideração seu poder germinativo. Assim, sementes com maior poder germinativo garantem estande de plantas mais homogêneo e tornam desnecessário o replantio. A deposição das sementes nas covas está relacionada à umidade do solo. Em solos mais argilosos, a deposição da semente pode ser mais superficial (3 cm),

enquanto, em solos com menos umidade ou mais arenosos, a deposição deve ser próxima a 5 cm.

A época de plantio do girassol também deve coincidir com o período chuvoso, a fim de que as sementes germinem e que as plântulas se desenvolvam plenamente. O espaçamento e a densidade de plantio são variáveis em função do tipo de solo e da cultivar que está sendo utilizada. Normalmente, tem-se adotado o espaçamento de 0,70 m entre linhas, com densidade variando de 45 mil a 75 mil plantas por hectare (Bezerra et al., 2014).

Para que o cultivo do girassol seja bem-sucedido, é necessária a seleção adequada da variedade a ser cultivada. A Embrapa Soja desenvolveu alguns híbridos de ciclo precoce que podem ser utilizados por agricultores familiares. Entretanto, os pesquisadores enfatizam que a escolha do material genético a ser cultivado será função do tipo de agricultor e do capital disponível. Por exemplo, agricultores familiares com baixo capital disponível podem escolher uma variedade de polinização aberta, cujo custo da semente é menor (Girassol..., 2016).

Principais cultivares

A cultivar BRS 323, desenvolvida pela Embrapa Soja, apresenta potencial de produtividade média de 1.800 kg ha⁻¹ e associa produtividade com precocidade, características que facilitam sua utilização nos diferentes sistemas produtivos das principais regiões agrícolas do País. Apresenta teor de óleo de 40% a 44% e peso de mil sementes que varia de 60 g a 75 g. Em algumas áreas no estado da Bahia (regiões oeste, sudeste e central), do Ceará (Sertão) e de Pernambuco (Sertão), recomenda-se que o plantio seja realizado entre novembro e janeiro (Carvalho et al., 2013a).

A cultivar BRS 324 é uma variedade de polinização aberta com alto teor de óleo nos grãos, que varia de 45% a 49% (Carvalho et al., 2013b), o que agrega valor à produção. Essa cultivar tem potencial de produtividade de 1.500 kg ha⁻¹. Por apresentar sementes de menor custo em relação às de um híbrido, a BRS 324 pode ser uma boa opção para produtores menos tecnificados ou para plantio em época marginal. A época de semeadura dessa cultivar depende da região. No Nordeste, estudos realizados no estado da Bahia (nordeste e Recôncavo Baiano) e Sergipe indicaram que a época de

cultivo pode ser de maio a junho. Contudo, nas regiões oeste, sudeste e central do estado da Bahia, onde ocorre menor precipitação, a época de semeadura passa a ser de novembro a janeiro. O peso de mil sementes dessa cultivar varia de 50 g a 65 g (Carvalho et al., 2013b).

Em sua avaliação das potencialidades da cultura do girassol como alternativa de cultivo no Semiárido nordestino, Lira et al. (2011) observaram que as produtividades de grãos das cultivares, na média de diversas regiões do Semiárido, oscilaram entre 1.532 kg ha⁻¹ e 2.791 kg ha⁻¹, com média geral superior a 2.100 kg ha⁻¹. Isso evidencia o alto potencial do conjunto avaliado para a produtividade, sobressaindo, com melhor adaptação, os genótipos EXP 1447, Dow M734, EXP 1442 e ACA 886, Agrobel 960, V 20038, V 20044, EXP 1441 e Hélio 360, e Dow MG52 e BRSG 20, cujas produtividades oscilam entre 2.621 kg ha⁻¹ e 2.780 kg ha⁻¹.

Vale ressaltar que o desempenho de cultivares de girassol no Semiárido pode variar em função da cultivar selecionada e das condições de precipitação ocorridas durante o ciclo da cultura. Trabalho desenvolvido por Santos e Grangeiro (2013) em Campina Grande, PB, onde a precipitação pluvial é de 363 mm durante o cultivo, demonstrou que as cultivares Agrobel 640 (produtividade de 1.342 kg ha⁻¹) e BRS Gira 6 (produtividade de 1.206 kg ha⁻¹) apresentaram as melhores características agronômicas e se destacaram em produtividade de sementes. Esses estudiosos afirmaram ainda que o girassol pode ser uma alternativa de exploração agrícola para os agricultores familiares do Semiárido paraibano, principalmente como matéria-prima para a obtenção do biodiesel. Castro et al. (2011), avaliando o potencial produtivo do girassol consorciado com feijão no Semiárido baiano, observaram produtividades de grãos de 1.858 kg ha⁻¹ em monocultivo e de 2.443 kg ha⁻¹ em consórcio com feijão. Além disso, constataram que as cultivares Aguará 6, NTO 3.0, Dow M734, Aguará 4, NTO 2.0, BRS 322, BRS 323, BRS G 26, Olisun, Hélio 253 e Hélio 251, com produtividades acima da média geral, podem ser indicadas para o cultivo na região semiárida do Nordeste baiano tanto em monocultivo como em consórcio com o feijão.

Na Figura 5, podem-se observar as cultivares de girassol BRS 323 e BRS 324 recomendadas pela Embrapa para a região semiárida.

Fotos: Norman Neumayer

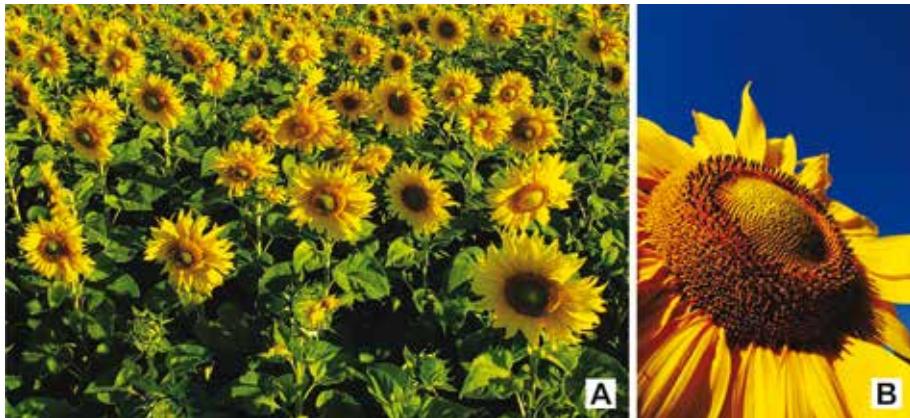


Figura 5. Cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.) recomendadas para a região Nordeste: BRS 323 (A) e BRS 324 (B).

Cultivo do amendoim

Aspectos gerais

O amendoim é originário da América do Sul, da região de Gran Chaco, a qual inclui os vales dos rios Paraná e Paraguai e a região Norte da Argentina, a partir de onde se expandiu para o resto do mundo. Atualmente, o amendoim é uma das oleaginosas mais cultivadas, com produção de grãos de 31,48 milhões de toneladas e de óleo estimada em 6 milhões de toneladas. Os maiores produtores de amendoim são China, Índia e Estados Unidos, sendo que 99,8% do óleo de amendoim são consumidos na mesma temporada comercial em que são produzidos. Analisando o mercado interno, os estados que mais se destacam na produção de amendoim (safra 2015/2016) são: São Paulo (377,5 mil toneladas), Rio Grande do Sul (11,6 mil toneladas) e Minas Gerais (7,6 mil toneladas). Na região Nordeste, os estados de Sergipe e Bahia produziram, na mesma safra, 1,5 mil toneladas cada (Conab, 2017a).

A produção brasileira do amendoim vem crescendo anualmente. De acordo com Conab (2019), a produção total, na safra 2017/2018, foi de 511 mil toneladas, com produtividade média de $3,7 \text{ t ha}^{-1}$. As cultivares de amendoim mais expressivas no Sudeste brasileiro são as eretas e rasteiras, enquanto, na região Nordeste, as cultivares de porte ereto são mais

adotadas pelos agricultores, embora a demanda por cultivares rasteiras e com alto teor de óleo venha crescendo significativamente devido à expansão do mercado oleoquímico (Santos et al., 2010b).

Apesar de a região Nordeste ser o segundo maior polo consumidor de amendoim no Brasil, sua produção atende apenas a 28% da demanda regional, intensificada no período das Festas Juninas. As principais regiões produtoras são o Agreste dos estados da Paraíba, Sergipe e Bahia e a região semiárida no Cariri cearense (Amendoim BR1, 2016). O cultivo do amendoim é realizado principalmente por agricultores familiares ou pequenos e médios produtores em áreas reduzidas.

Na região semiárida, essa espécie é cultivada por agricultores familiares visando atender ao consumo próprio. Assim como acontece com outras oleaginosas, o cultivo de amendoim nessa região está relacionado ao fato de que essa cultura apresenta mecanismos fisiológicos de tolerância moderada ao estresse hídrico. Seu sistema radicular, por ser profundo, com uma raiz pivotante e raízes secundárias muito ramificadas que permitem a exploração de maior volume de solo, tem papel fundamental nessa resistência à seca. Além disso, a capacidade de resistir a períodos prolongados de estiagem revela uma das estratégias de sobrevivência da espécie, que direciona maior quantidade de fotoassimilados para as raízes.

O amendoim tem uma infinidade de usos na culinária, podendo ser consumido in natura, cozido ou torrado. É ingrediente de bolos, pães, biscoitos, doces (pé de moleque), paçoca, amendoim japonês, recheios, pastas, etc. Além disso, o amendoim possui, em sua constituição, ácidos graxos monoinsaturados que auxiliam no combate ao colesterol prejudicial ao organismo humano (LDL). Outro importante subproduto da produção dessa cultura é o óleo de amendoim, que é obtido pela prensagem das sementes e que é utilizado em margarinas, maioneses e gorduras hidrogenadas.

Devido ao fato de produzir elevado teor de óleo (35% a 55%), o amendoim pode ser utilizado para a produção de biodiesel. Contudo, tal emprego não é muito comum, uma vez que o valor do óleo para fins alimentares é muito mais elevado e agrega maior valor à produção. A alimentação humana é o destino mais importante do amendoim. O farelo (proveniente do amendoim sem casca) também pode ser relevante fonte de proteínas e aminoácidos para animais, já que contém 45% de proteínas e 9,5% de

fibra bruta. Contudo, deve-se atentar para a concentração de aflatoxinas, que causam sérios danos à saúde animal (Araújo; Sobreira, 2008). Portanto, é necessário acondicionamento correto do farelo para que os fungos que sintetizam tais toxinas não ocorram no material durante o período de armazenamento.

De acordo com Queiroz (2008), a substituição do farelo de soja por farelo de amendoim em dietas de ovinos é altamente viável dos pontos de vista econômico e nutricional, uma vez que a ração com o farelo de amendoim promove maior ganho de peso por unidade monetária que se gasta com a proteína fornecida ao animal. Na ração de ruminantes, observou-se que substituição do farelo de soja pela torta de amendoim não altera a composição físico-química e promove o aumento benéfico do conteúdo de ácidos graxos poli-insaturados. Observou-se também que a substituição do farelo de soja pela torta de amendoim, em até 100% em dietas para tourinhos em confinamento, é viável do ponto de vista nutricional (Correia, 2014).

Sistema de cultivo

Para o cultivo do amendoim, devem-se selecionar áreas com solo um pouco mais arenoso, uma vez que solos argilosos e pesados podem dificultar o processo de colheita, causando perdas significativas na produção. O solo deve ser preparado realizando-se uma aração seguida de uma ou duas gradagens a fim de nivelar bem a área, incorporar o calcário (caso tenha sido necessária a correção do solo) e evitar que plantas daninhas possam interferir na cultura, principalmente no período inicial de desenvolvimento.

Após o preparo do solo, realiza-se o plantio em covas com profundidade em torno de 5 cm e espaçamento dependente do tipo de cultivar que está sendo utilizado. Normalmente, para cultivares eretas de ciclo curto, o espaçamento é de 0,5 m x 0,2 m, com duas sementes por cova (de 160 mil a 200 mil plantas por hectare). Para cultivares do tipo rasteiro, recomenda-se espaçamento um pouco maior entre linhas (de 0,8 m a 0,9 m) (Beltrão et al., 2009).

A adubação deve seguir a recomendação feita após a análise química do solo, a qual demonstrará as necessidades de nutrientes. As plantas de amendoim, ao se associarem a bactérias do gênero *Bradyrhizobium* sp., fixam

N e, por isso, dispensam ou requerem menores adubações (de 10 kg ha⁻¹ a 16 kg ha⁻¹) com esse nutriente. De maneira geral, o amendoim responde positivamente à fertilização realizada com 2 kg m⁻² a 3 kg m⁻² de esterco curtido fornecido como fonte de N. Ressalta-se que a cultura do amendoim exige muito P, sendo recomendado, para os solos da região Nordeste, um aporte de 60 kg ha⁻¹ a 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅. A maior exigência da cultura é por cálcio (Ca), sendo o valor definido conforme a análise de solo para elevar a saturação por bases até 60% (Bolonhezi et al., 2013).

Assim como outras leguminosas, o amendoim apresenta boa fixação biológica de N, podendo ser rotacionado com diversas culturas, principalmente com aquelas que apresentem deficiência na fixação de N e que demandem grandes quantidades de adubos nitrogenados durante seu ciclo. Na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), por exemplo, o cultivo em rotação com amendoim é vantajoso nos momentos de renovação do canavial. Na região semiárida, recomenda-se a rotação de amendoim com gergelim e mamona.

O amendoim pode ser cultivado associado com outras culturas em sistemas de consórcio e alcançar boas produtividades. Dutra (2012), avaliando o consórcio de amendoim com mamona, observou que o amendoim é mais eficiente biologicamente e alcança maior produtividade quando semeado 20 dias após a mamona.

Principais cultivares

A seguir, são apresentadas algumas características das cultivares mais indicadas para as condições semiáridas.

A cultivar BR 1 apresenta porte ereto e elevada precocidade (ciclo de 85 a 87 dias). As vagens têm de 3 a 4 sementes de tamanho médio e cor vermelha (Figura 6A). A produção destina-se basicamente ao consumo in natura e à indústria de alimentos. O teor de óleo dessa cultivar é de 45%. Essa cultivar tem produtividade média de 1.700 kg ha⁻¹ em regime de sequeiro (Amendoim BR1, 2016) e apresenta tolerância ao deficit hídrico (Pereira et al., 2016). Gomes et al. (2007) verificaram produtividade de 2.171 kg ha⁻¹ em estudo realizado no Sertão pernambucano, na Zona da Mata, no Agreste e no Litoral/Mata e concluíram que essa cultivar tem ampla adaptação e comportamento previsível quanto à produtividade.

A cultivar BRS Havana também apresenta tolerância ao estresse hídrico, com produtividade média de 1.900 kg ha⁻¹, porte ereto e ciclo de 90 dias (Figura 6B). As vagens têm de 3 a 4 sementes de tamanho médio e de cor creme. O teor de óleo dessa cultivar é de 43%, sendo considerado o mais baixo entre o das cultivares nacionais (Santos et al., 2006). Vasconcelos et al. (2015) verificaram produtividade média de 1.809 kg ha⁻¹ considerando diferentes ambientes das regiões Nordeste e Centro-Oeste. No estudo desenvolvido por Gomes et al. (2007), essa cultivar também apresentou ampla adaptabilidade, com média de produtividade em sequeiro de 2.115 kg ha⁻¹.

A cultivar BRS 151-L7 é precoce (ciclo de 85 a 87 dias), produtiva e tolerante à seca, característica herdada da cultivar africana Senegal 55437, adaptada ao clima semiárido. Sua produtividade média é de 1.850 kg ha⁻¹ em condições de sequeiro e pode atingir até 4.500 kg ha⁻¹ em condições irrigadas. O teor de óleo das sementes é de 46%, o que acarreta alto valor nutricional e, por isso, lhe confere a recomendação para consumo in natura e na indústria alimentícia (Santos et al., 2010b).

A cultivar BRS Pérola Branca foi lançada em 2011 pela Embrapa e apresenta porte rasteiro, ciclo produtivo variando de 110 a 115 dias, 50% de óleo nas sementes, produtividade de 2.140 kg ha⁻¹ e tolerância moderada ao déficit hídrico (Santos et al., 2012).



Figura 6. Cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) recomendadas para as condições de sequeiro: BR 1 (A) e BRS Havana (B).

Cultivo do algodão

Aspectos gerais

O algodoeiro foi domesticado há mais de 4.000 anos no sul da Arábia, mas sua origem é controversa. Atualmente, é cultivado em todos os continentes, e sua produção mundial é de 26,7 milhões de toneladas. Os maiores produtores, na safra 2017/2018, foram Índia (6,35 milhões de toneladas), seguida por China (5,89 milhões de toneladas), Estados Unidos (4,56 milhões de toneladas), Brasil (2,01 milhões de toneladas) e Paquistão (1,80 milhão de toneladas), segundo dados do International Cotton Advisory Committee (2019). A produção brasileira na safra 2017/2018 foi de 3,0 milhões de toneladas de caroço de algodão, sendo o estado de Mato Grosso o maior produtor nacional, que respondeu por 1,94 milhão de toneladas. A região Nordeste participou com 817 mil toneladas, sendo o estado da Bahia responsável pela produção de 747,6 mil toneladas de algodão em caroço. A produtividade média nacional, nessa safra, foi de 2.560 kg ha⁻¹ (Conab, 2019).

O algodão é uma oleaginosa que é matéria-prima para a produção de fibra têxtil (principal produto da cotonicultura), mas que também pode ser utilizada para a produção de óleo com fins alimentares, uma vez que apresenta características desejáveis para substituir outros tipos de óleos em frituras e pode ser utilizado principalmente por pessoas que têm problemas de colesterol alto ou que apresentem problemas cardíacos. Segundo Agarwal et al. (2003), o óleo de algodão, por conter três vezes mais ácidos graxos insaturados do que outros óleos, é considerado um óleo vegetal saudável, sendo um dos poucos óleos aconselhados no caso de redução da ingestão de gordura saturada.

Assim como outras oleaginosas, o algodão também pode ser utilizado na alimentação animal. O caroço, o farelo e a torta de algodão destacam-se como fontes alternativas de proteína e energia, que podem diminuir o custo da dieta dos animais ruminantes, pois esses produtos apresentam elevada quantidade de ácidos graxos, o que pode propiciar maior deposição de gordura na carcaça e maior ganho em peso, além de uma carne de melhor qualidade (Paim et al., 2010). Em vacas em lactação, o farelo de algodão pode ser utilizado na complementação da dieta. Contudo, o algodão apresenta

uma substância conhecida como gossipol, que pode causar danos aos animais, afetando principalmente sua capacidade reprodutiva.

Barbosa e Gattás (2004) salientam que o farelo de algodão é uma alternativa muito interessante para produtores de suínos e aves devido às suas características nutritivas. Contudo, deve-se levar em consideração a digestibilidade da proteína e a deficiência em aminoácidos essenciais e Ca associada à presença de fatores antinutricionais; isso restringe a utilização desse farelo em larga escala. Piona et al. (2012), ao estudar níveis de caroço de algodão na dieta de cordeiros confinados, concluíram que o aumento da porcentagem de caroço de algodão na dieta reduziu linearmente o ganho de peso dos cordeiros. Por isso, os autores sugerem que a inclusão do caroço de algodão na dieta de ovinos em confinamento não ultrapasse o nível de 10%.

Além dessas múltiplas funcionalidades, o óleo proveniente do algodoeiro pode servir de matéria-prima para a produção de biodiesel.

Desde o Brasil Colonial, a cultura do algodão sempre teve grande importância econômica no País, principalmente nos estados do Nordeste, que, junto com São Paulo e Paraná, eram os maiores produtores de fibras até o início da década de 1980, quando o aparecimento da praga do bicudo (*Anthonomus grandis* Boheman) praticamente dizimou as plantações de algodão do Nordeste. Na década seguinte, a Embrapa, junto com outras instituições de pesquisa, desenvolveram cultivares de algodão adaptadas ao Cerrado da região Centro-Oeste, onde os produtores de soja passaram a incentivar tanto a pesquisa quanto a produção de algodão, transferindo o eixo da cotonicultura para os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e, posteriormente, Goiás (Costa; Bueno, 2004). Além de novas cultivares, a pesquisa evoluiu no desenvolvimento de métodos de controle comportamental e cultural, controle biológico e manejo integrado de ações para combater o bicudo (Azambuja; Degrande, 2014).

Em meados da década de 1990, a Embrapa Algodão iniciou um programa de melhoramento genético do algodoeiro para obtenção de cultivares de algodão com fibras coloridas (Carvalho, 2016) e alcançou grande sucesso. Atualmente, diversos estados da região Nordeste, com destaque para a Paraíba, produzem o algodão colorido, que representa uma retomada da cotonicultura na região e uma forma de agregação de renda para o agricultor familiar do Nordeste.

Sistema de cultivo

Para o plantio do algodão, deve-se realizar o preparo do solo por meio de aração e gradagem. Essas práticas dependem muito do tipo de solo no qual a cultura será estabelecida. Normalmente, é realizada uma aração em profundidade que pode variar de 20 cm a 25 cm. Em seguida, procede-se à gradagem, que tem por objetivo promover o nivelamento da área. O número de gradagens pode variar de acordo com as condições do solo, mas deve-se buscar o melhor destorroamento de solo para não haver comprometimento da germinação das sementes nem efeitos negativos no desenvolvimento das plântulas.

Antes do plantio, é realizada a análise de solo a fim de fornecer os fertilizantes necessários à planta e corrigir a acidez por meio da calagem. O algodoeiro requer de 40 kg ha⁻¹ a 150 kg ha⁻¹ de N, sendo a aplicação parcelada em duas ou três vezes. O P deve ser fornecido no momento do plantio, com doses que variam de 40 kg a 130 kg de P₂O₅, conforme resultado de análise. A adubação potássica, por sua vez, varia de 40 kg ha⁻¹ a 150 kg ha⁻¹ de K₂O; no plantio, a aplicação não deve exceder 50 kg ha⁻¹, e o restante deve ser aplicado em cobertura (Fuzatto et al., 2014).

O espaçamento entre plantas de algodoeiro nas regiões de sequeiro do Nordeste brasileiro pode ser definido em função das cultivares a serem plantadas. De acordo com Lamas (2008), o espaçamento utilizado deve proporcionar estande variando de 80 a 125 mil plantas por hectare. No caso de cultivares de porte alto, recomendam-se populações menores; no caso de cultivares de porte baixo, densidades próximas a 125 mil plantas seriam as mais indicadas.

O consórcio de algodoeiro com outras culturas pode ser uma alternativa viável em pequenas propriedades rurais de cunho familiar, principalmente naquelas que desenvolvem atividades baseadas em princípios agroecológicos, onde a cotonicultura poderá ser mais um agregador de renda. Silva et al. (2013), estudando o desempenho agronômico de algodão orgânico e oleaginosas consorciadas com palma-forrageira [*Opuntia tuna* (L.) Mill.] no estado da Paraíba, concluíram que o consórcio algodão + gergelim + palma-forrageira pode ser uma alternativa eficiente na agricultura familiar, uma vez que apresenta resultados positivos em termos de renda bruta e uso eficiente da terra total.

Além do consórcio, o algodoeiro pode ser cultivado em rotação de culturas. Por isso, deve-se optar por cultivos que não deixem, no solo, restos que possam ser fonte de pragas ou doenças para a cultura subsequente.

Principais cultivares

Muitas cultivares de algodão podem ser plantadas na região semiárida. Dentre as cultivares coloridas desenvolvidas pela Embrapa, pode-se citar a BRS 200, que é uma cultivar de fibra marrom, com ciclo semiperene de 3 anos e elevada resistência à seca e que foi desenvolvida para exploração no Semiárido nordestino com potencial para atingir até 1.300 kg ha⁻¹ em sequeiro e 3.300 kg ha⁻¹ de algodão em caroço em condições irrigadas (Queiroga et al., 2008b; Freire et al., 2010). Essa cultivar apresenta elevada importância para os agricultores familiares da Paraíba que desenvolvem cultivos orgânicos, já que a utilização de esterco bovino com essa cultivar apresenta resposta positiva: o uso de 30 t ha⁻¹ proporciona produtividade de até 1.576 kg ha⁻¹ de caroço (Silva et al., 2005).

A cultivar BRS Aroeira (Figura 7) apresenta elevado teor de óleo (de 25% a 27%), sendo possivelmente a cultivar com maior teor de óleo dentre as cultivadas no Brasil, uma vez que a média é de 15%. Ela pode ser cultivada por agricultores familiares na região semiárida desde que as condições pluviométricas sejam favoráveis (de 450 mm a 700 mm). A BRS Aroeira tem hábito de crescimento indeterminado e percentual de fibra próximo a 38%, apresenta resistência ao acamamento e produz, em média, 3.841 kg ha⁻¹ (Freire et al., 2009).

A cultivar BRS 187 apresenta tolerância moderada ao deficit hídrico, podendo ser cultivada em condições semiáridas. É considerada de ciclo mediano (140 dias do plantio à colheita), com produtividade média de 1.990 kg ha⁻¹ de algodão em caroço. Contudo, Vidal Neto e Carvalho (2006), ao recomendarem essa cultivar para o Nordeste, informam que ela tem potencial para atingir 3.000 kg ha⁻¹ de algodão em caroço em condição de sequeiro. O plantio é aconselhado para regiões com pluviosidade acima de 600 mm em monocultivo ou em cultivos consorciados.

A cultivar BRS 286 é originada do cruzamento biparental entre as variedades CNPA ITA 90 e CNPA 7H, sendo que o padrão de fibras de

comprimento médio atende às exigências dos mercados interno e externo. O rendimento de fibras está entre 39,5% e 41,0%. Seu índice médio de fiabilidade está entre 130,5 e 162,5, indicando a obtenção de fibras e fios de alta qualidade.



Fotos: Fábio Aquino de Albuquerque

Figura 7. Cultivar BRS Aroeira de algodão (*Gossypium hirsutum L.*) em fases de desenvolvimento (A) e frutificação (B).

Outras cultivares de algodão podem ser recomendadas para as condições semiáridas, e sua indicação estará relacionada às características edafoclimáticas regionais e ao interesse do agricultor. Recomenda-se consultar a página da Embrapa Algodão³, onde é possível encontrar detalhadamente a descrição de outras cultivares e suas aplicações.

Considerações finais

O cultivo de oleaginosas na região semiárida, na maioria dos casos, deve ter, como critério de seleção, a possibilidade de usos múltiplos. Esse é o caso de espécies como a mamona, o girassol, o amendoim, o gergelim e o algodão. Tais culturas apresentam diversidade de uso seja para alimentação humana ou animal, produção de fibras, óleos e energia, dentre outros.

Além disso, ao escolherem uma cultura (e suas respectivas cultivares), os agricultores devem verificar se elas se adaptam às condições edafoclimáticas de sua região. Neste capítulo, foram apresentadas diversas cultivares

³ Disponível em: <<https://www.embrapa.br/algodao/produtos-processos-e-servicos>>.

recomendadas para as regiões dependentes de chuva. Contudo, a tolerância de cada uma é variável, uma vez que o Semiárido brasileiro apresenta subdivisões em relação ao clima, notadamente, em relação aos índices pluviométricos. Portanto, a importância da busca de informações específicas sobre cada cultivar é essencial para o sucesso da cultura. Mesmo assim, o que se pode dizer, de modo geral, é que o plantio deve sempre ser orientado para que ocorra no período chuvoso, a fim de que a cultura tenha maior potencial de expressar sua produtividade.

Referências

AGARWAL, D. K.; SINGH, P.; CHAKRABARTY, M.; SHAIKH, A. J.; GAYAL, S. G. **Cotton seed oil quality, utilization and processing**. Nagpur: Central Institute for Cotton Research, 2003. (Circular Technical Bulletin, 25).

AGY, M. S. F. A.; OLIVEIRA, R. L.; CARVALHO, G. G. P.; LEÃO, A. G.; RIBEIRO, O. L.; BAGALDO, A. R.; RIBEIRO, R. D. X.; RIBEIRO, M. D. Comportamento ingestivo e respostas fisiológicas de cabritos alimentados com dietas contendo torta de girassol oriunda da produção de biodiesel. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 5, p. 1292-1301, 2012. DOI: 10.1590/S0102-09352012000500029.

AMENDOIM BR1. 6. ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2016. 1 Fôlder.

ARAÚJO, W. A. G.; SOBREIRA, G. F. Farelo de amendoim na alimentação de não ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n. 2, p. 546-557, 2008.

ARRIEL, N. H. C.; BELTRÃO, N. E. M.; GONDIM, T. M. S.; LIMA, R. L. S. Sistemas de cultivo. In: ARRIEL, N. H. C.; BELTRÃO, N. E. M.; FIRMINO, P. T. (Ed.). **Gergelim: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009b. p. 83-100. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

ARRIEL, N. H. C.; CARDOSO, G. D. **Gergelim: tecnologia da Embrapa para a geração de emprego e renda na agricultura familiar no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2011. 1 Fôlder.

ARRIEL, N. H. C.; GONDIM, T. M. S.; ANDRADE, F. P. Melhoramento Genético In: ARRIEL, N. H. C.; BELTRÃO, N. E. M.; FIRMINO, P. T. (Ed.). **Gergelim: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009a. 209 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

ARRIEL, N. H. C.; SOUSA, S. L. de; HEUERT, J.; MEDEIROS, A. A. de; GONDIM, T. M. de S.; FIRMINO, P. de T.; VASCONCELOS, R. A. de; DANTAS, E. S. B. **Gergelim:** BRS Anahí. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2015.1 Fôlder.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO - ABRAPA.

Estatísticas: números do algodão. Disponível em: <<http://www.abrapa.com.br/Paginas/Biblioteca.aspx#mundo>>. Acesso em: 8 abr. 2016.

AZAMBUJA, R.; DEGRANDE, P. E. Trinta anos do bicudo-do-algodoeiro no Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 4, p. 377-410, 2014.

AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M.; SEVERINO, L. S.; SANTOS, J. W.; LEÃO, A. B. Rendimento e eficiência agronômica do consórcio da mamoneira com cereais e feijão caupi no Semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 11, n. 3, p. 145-162. 2007.

BARBOSA, F. F.; GATTÁS, G. Farelo de algodão na alimentação de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 1, n. 3, p. 147- 156, nov./dez. 2004.

BELTRÃO, N. E. M.; FERREIRA, L. L.; QUEIROZ, N. L.; TAVARES, M. S.; ROCHA, M. S.; ALENCAR, R. D.; PORTO, V. C. N. **O gergelim e seu cultivo no Semiárido brasileiro.** Natal: IFRN, 2013. 225 p.

BELTRÃO, N. E. M.; SANTOS, R. C.; GONDIM, T. M. S.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; MELO FILHO, P. A. Ecofisiologia e manejo cultural. In: SANTOS, R. C.; FREIRE, R. M. M.; SUASSUNA, T. M. F. (Org.). **Amendoim:** o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. v. 1, p. 15-38.

BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA, J. G.; SANTOS, J. W.; JERÔNIMO, J. F.; COSTA, F. X.; LUCENA, A. M. A.; QUEIROZ, U. C. Fisiologia da mamoneira, cultivar BRS 149 Nordestina, na fase inicial de crescimento, submetida a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 7, n. 1, p. 659-664, 2003.

BEZERRA, F. T.; DUTRA, A. S.; BEZERRA, M. A. F.; OLIVEIRA FILHO, A. F.; BARROS, G. L. Comportamento vegetativo e produtividade de girassol em função do arranjo espacial das plantas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, p. 335-343, 2014.

BOLONHEZI, D.; GODOY, I. J.; SANTOS, R. C. Manejo cultural do amendoim. In: SANTOS, R. C.; FREIRE, R. M. M.; LIMA, L. M. **O agronegócio do amendoim no Brasil.** Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 185-237.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Nacional de Agroenergia Revisado 2006-2011.** 2. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110 p.

CARTAXO, W. V.; PEREIRA, S. R. P.; BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, O. R. R. F.; SEVERINO, L. S. **BRS Paraguaçu e BRS Nordestina - tecnologia Embrapa para o semi-árido brasileiro.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 Fôlder.

CARVALHO, C. G. P. de; OLIVEIRA, A. C. B. de; AMABILE, R. F.; CARVALHO, H. W. L. de; OLIVEIRA, I. R. de; GODINHO, V. de P. C.; RAMOS, N. P.; LEITE, R. M. V. B. de C.; GONÇALVES, S. L.; BRIGHENTI, A. M. **Cultivar de girassol BRS 324:** variedade com alto teor de óleo e precocidade. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 1 Fôlder.

CARVALHO, C. G. P. de; OLIVEIRA, A. C. B. de; OLIVEIRA, M. F. de; CARVALHO, H. W. L. de; GODINHO, V. de P. C.; AMABILE, R. F.; OLIVEIRA, I. R. de; RAMOS, N. P.; GONCALVES, S. L.; LEITE, R. M. V. B. de C.; CASTRO, C. de; RIBEIRO, J. L.; PIRES, J. L. F.; BRIGHENTI, A. M.; ALVES, R. M. **Cultivar de girassol BRS 324:** variedade com alto teor de óleo e precocidade. Londrina, 2013b.

CARVALHO, C. G. P. de; OLIVEIRA, A. C. B. de; OLIVEIRA, M. F. de; CARVALHO, H. W. L. de; GODINHO, V. de P. C.; AMABILE, R. F.; OLIVEIRA, I. R. de; RAMOS, N. P.; GONCALVES, S. L.; LEITE, R. M. V. B. de C.; CASTRO, C. de; RIBEIRO, J. L.; PIRES, J. L. F.; BRIGHENTI, A. M.; ALVES, R. M. **CULTIVAR DE GIRASSOL. BRS 323:** híbrido com produtividade e precocidade. Londrina: Embrapa Soja, 2013a.

CARVALHO, L. P. **Novas linhagens de algodoeiro herbáceo com coloração na fibra.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2016. 17 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 262).

CASTRO, C. R.; OLIVEIRA, I. R.; CARVALHO, H. W. L.; RODRIGUES, C. S.; MENEZES, V. M. M.; CARVALHO, L. M.; CARVALHO, C. G. P. Potencial produtivo do girassol consorciado com feijão no semiárido baiano. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 19.; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 7., 2011, Aracaju. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2011. p. 206-208.

CHIERICE, G. O.; CLARO NETO, S. Aplicação industrial do óleo. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil.** 2. ed. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 417-448.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos:** safra 2018/19. 2019. v. 6. Disponível em:<<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>. Acesso em: 29 abr. 2019.

CONSELHO NACIONAL DA RESERVA DA BIOSFERA DA CAATINGA - CNRBC. **Cenários para o bioma Caatinga.** Recife: Sectma. 2004. 283 p.

CORREIA, B. R. **Torta de amendoim, oriunda da produção do biodiesel, na terminação de machos Nelore confinados.** 2014. 100 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.

COSTA, M. C. R.; SILVA, C. A.; PINHEIRO, J. W.; FONSECA, N. A. N.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V.; BELÉ, J. C.; BOROSKY, J. C.; MOURINHO, F. L.; AGOSTINI, P. S. Utilização da torta de girassol na alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação: efeitos no desempenho e nas características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1581-1588, 2005. DOI: 10.1590/S1516-35982005000500019.

COSTA, M. N.; PEREIRA, W. E.; BRUNO, R. L. A.; FREIRE, E. C.; NOBREGA, M. B. M.; MILANI, M.; OLIVEIRA, A. P. Genetic divergence on castor bean accesses and cultivars through multivariate analysis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 11, p. 1617-1622, 2006. DOI: 10.1590/S0100-204X2006001100007.

COSTA, S. R.; BUENO, M. G. **A saga do algodão:** das primeiras lavouras à ação na OMC. Rio de Janeiro: Insight Engenharia, 2004. 144 p.

DRUMOND, M. A.; TAVARES, J. A.; OLIVEIRA, A. R.; MILANI, M.; ANJOS, J. B.; MORGADO, L. B.; SILVA, A. A. F. Desempenho agronômico e genótipos de mamoneira na Chapada do Araripe, Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1693-1699.

DUTRA, A. F. **Eficiência agroeconómica do consórcio mamona e amendoim em área do Semiárido paraibano.** 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Humanas e Agrárias, Campina Grande.

FAO. **Faostat: crops.** 2019. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 29 abr. 2019

FAO. **Statistical.** 2014. Disponível em: em:<<http://faostat.fao.org/faostat>>. Acesso em: 19 mar. 2017.

FARIA, A. P. **Avaliação ex vivo da tolerância de cultivares de mamoneira (*Ricinus communis* L.) ao déficit hídrico.** 2010. 84 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

FERRARI, R. A.; SOUZA, W. L. Avaliação da estabilidade oxidativa de biodiesel de óleo de girassol com antioxidantes. **Química Nova**, v. 32, n. 1, p. 106-111, 2009.

FERREIRA, A. M.; SOUZA, B. M. V.; RIGOTTI, M. A.; LOUREIRO, M. R. D. Utilização dos ácidos graxos no tratamento de feridas: uma revisão integrativa da literatura nacional. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 46, n. 3, p. 752-760, 2012.

FERREIRA, M. M. M. Eficiência comparativa da adubação orgânica no crescimento da mamoneira no Semiárido paraibano. **Revista Verde**, v. 7, n. 1, p. 72-79, 2012.

FONSECA, N. B. S.; SOTO-BLANCO, B. Toxicidade da ricina presente nas sementes de mamona. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 3, p. 1415-1424, 2014.

FREIRE, E. C.; ANDRADE, F. P.; SANTANA, J. C. F.; BELTRAO, N. E. M.; PEDROSA, M. B.; GUEDES, A. R.; WANDERLEY, M. J. R.; ASSUNÇÃO, J. H.; DANTAS, E. S. B.; SILVA, S. C. **BRS 200 Marrom**. 5. ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. 1 Fôlder.

FREIRE, E. C.; BELTRÃO, N. E. M.; VALE, D. G. **Cultivar BRS Aroeira (elevado teor de óleo) e o seu manejo cultural**. 2 ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. 1 Fôlder.

FURLAN, A. C.; MANTOVANI, C.; MURAKAMI, A. E.; MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; MARTINS, E. N. Utilização do farelo de girassol na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 158-164, 2001.

FURTADO, G. F.; SOUSA JUNIOR, J. R.; SOUSA, J. R. M. S.; LACERDA, R. R. A.; SOUZA, A. S. Produtividade e uso eficiente da terra no consórcio de mamona com gergelim e feijão-caipi no Semiárido paraibano. **Revista Verde**, v. 7, n. 2, p. 156-162, 2012.

FUZATTO, M. G.; CIA, E.; CARVALHO, L. H.; KONDO, J. I. Algodão. In: AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; TUCCI, M. L. S.; CASTRO, C. E. F. (Ed.). **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7. ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agronômico, 2014. p. 11-14. (Boletim IAC, 200).

GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (Org.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília, DF: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 368 p.

GIRASSOL. Embrapa Soja, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/girassol>>. Acesso em: 8 abr. 2016.

GOMES, L. R.; SANTOS, R.C.; FILHO, C.J. A.; FILHO, P. A. M. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de amendoim de porte ereto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 7, p. 985-989, 2007.

GRILLO JÚNIOR, J. A. S.; AZEVEDO, P. V. de. Crescimento, desenvolvimento e produtividade do gergelim 'BRS Seda' na agrovila de Canudos, em Ceará Mirim (RN). *Revista Holos*, v. 2, p. 19-33, 2013.

INTERNATIONAL CASTOR OIL ASSOCIATION - ICOA. **Castor oil chemistry it's derivatives and their applications technical:** Technical Bulletin #2. 2005. Disponível em: <<http://www.icoa.org/portfolio/castor-oil-chemistry/#6>>. Acesso em: 22 mar. 2016.

INTERNATIONAL COTTON ADVISORY COMMITTEE. **Cotton update.** Whastington, DC, 2019. Disponível em:<https://www.icac.org/Content/PublicationsPdf%20Files/0180d8a9_628b_46c3_a6f6_3167626e9a45/Cotton%20Update%202019%2003%2015.pdf.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2019.

KOURI, J.; ARRIEL, N. H. C. Aspectos econômicos. In: ARRIEL, N. H. C.; BELTRÃO, N. E. M.; FIRMINO, P. T. **Gergelim:** o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 193-209.

KOURI, J.; SANTOS, R. F. Aspectos econômicos. In: SEVERINO, L. S.; MILANI, BELTRÃO, N. E. M. (Ed.). **Mamona:** o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p. 181-200.

LACERDA, R. R. A.; SOUZA, A. S.; FURTADO, G. F.; LACERDA, W. A.; LACERDA, I. S. Q. Componentes de produtividade e teor de óleo de cultivares de mamona no Semiárido paraibano. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 11, n. 3, p. 47-52, 2016. DOI: 10.18378/rvads.v11i3.4382.

LAMAS, F. M. Manejo cultural do algodoeiro nas condições do Cerrado. In: BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. (Ed.). **O agronegócio do algodão no Brasil.** 2. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 621-648.

LIMA, R. L. S.; BELTRÃO, N. E. M. Solo, calagem e adubação. In: ARRIEL, N. H. C.; BELTRÃO, N. E. M.; FIRMINO, P. T. (Ed.). **Gergelim:** o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 69- 82. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

LIRA, M. A.; CARVALHO, H. W. L.; CHAGAS, M. C. M.; BRISTOT, G.; DANTAS, J. A.; LIMA, J. M. P. **Avaliação das potencialidades da cultura do girassol, como alternativa de cultivo no Semiárido nordestino.** Natal: Emparn, 2011. 40 p. (EMPARN. Documentos, 40).

LOPES, G. E. M.; VIEIRA, H. D.; PARTELLI, F. L. Response of castor bean plants to different row spacings and planting seasons. *American Journal of Plant Sciences*, v. 4, n. 12, p. 10-15, 2013.

MAGALHÃES, I. D.; SOARES, C. S.; COSTA, F. E.; ALMEIDA, A. E. S.; OLIVEIRA, A. B.; VALE, L. S. Viabilidade do consórcio mamona gergelim para a agricultura familiar no Semiárido paraibano: influência de diferentes épocas de plantio. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 1, p. 57-65, 2013.

MARINHO, R. M.; COSTA, R. G.; BONFIM, M. A.; CRUZ, S. E. B. S.; BELTRAO, E. M.; SOUSA, Y. R. F.; SCHULER, A. R. P.; MAGNANI, M.; QUEIROGA, R. C. R. E. Diet with detoxified castor meal increase unsaturated fatty acids in goat milk and cheese. **World Journal of Agricultural Sciences**, v. 2, n. 5, p. 41-47, 2014.

MARTÍNEZ-MARIN, A. L.; PEREZ, H. M.; PEREZ, M. L. M.; CARRION-PARDO, D.; GOMES-CASTRO, A. G. Adición de aceites vegetales a la dieta de cabras lecheras: efecto sobre la digestibilidad y los resultados productivos. **Archivos de medicina veterinaria**, v. 44, n. 1, p. 21-28, 2012.

MILANI, M.; CARTAXO, W. V.; VALE, D. G.; CARDOSO, G. D. **Tecnologias Embrapa para cultura da mamoneira - BRS Energia**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2011. 1 Fôlder.

MILANI, M.; NOBREGA, M. B. M.; NOBREGA, M. B. M.; ANDRADE, F. P.; SUASSUNA, N. D.; FERREIRA, A. C. B.; CARVALHO, H. W. L.; OLIVEIRA, I. R.; LIRA, M. A.; SMIDERLE, O. J.; DRUMOND, M. A.; MELO, F. B.; LUNZ, A. M.; SILVA, S. D. A.; EICHOLZ, E. D. **BRS Gabriela**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2012. 1 Fôlder.

OLIVEIRA FILHO, A. F.; BEZERRA, F. T. C.; PITOMBEIRA, J. B.; DUTRA, A. S.; BARROS, G. L. Eficiência agronômica e biológica nos consórcios da mamoneira com feijão-caupi ou milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 4, p. 729-736, 2016.

PAIM, T. P.; LOUVANDINI, H.; MCMANUS, C. M.; ABDALLA, A. L. Uso de subprodutos do algodão na nutrição de ruminantes. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, v. 13, n. 1/2/3, p. 24-37, 2010.

PANDEY, S. K.; DAS, A.; RAI, P.; DASGUPTA, T. Morphological and genetic diversity assessment of sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions differing in origin. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 21, n. 4, p. 519-529, 2015.

PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, E. S.; BOMFIM, P. G.; DELMONDES, M. A. SOUZA, C. M. S.; DUARTE, C. M. J. Torta de girassol em rações de vacas em lactação: produção microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 4, p. 387-394, 2011. DOI: 10.4025/actascianimsci.v33i4.11327.

PEREIRA, J. W. L.; ALBUQUERQUE, M. B.; MELO FILHO, P. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; LIMA, L. M.; SANTOS, R. C. Assessment of drought tolerance of peanut cultivars

based on physiological and yield traits in a semiarid environment. **Agricultural Water Management**, n. 166, p. 70-76, 2016.

PINTO, C. M.; PITOMBEIRA, J. B.; TÁVORA, F. J. A. F.; SOUZA, A. S.; BEZERRA, A. M. E.; CHAGAS NETO, F. V. Antecipação de plantio da mamona consorciada com girassol: produtividade e seus componentes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, p. 728-736, 2012. DOI:10.5039/agraria.v7isa1903.

PIONA, M. N. M.; CABRAL, L. S.; ZERVOUDAKIS, J. T.; ABREU, J. G.; GALATI, R. L.; CAETANO, G. G. G. P.; SILVA, A. R. Caroço de algodão na dieta de cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 1, p. 110-122, 2012.

POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; PEREIRA, E. P.; BOMFIM, M. A. D.; CARNEIRO, M. S. S.; ROGÉRIO, M. C. P.; SOMBRA, W. A.; LOPES, M. N. Desempenho produtivo e características de carcaça de ovinos em confinamento alimentados com rações contendo torta de mamona destoxicificada em substituição ao farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 3, p. 726-733, 2012.

PRADO, R. M.; LEAL, R. M. Desordens nutricionais por deficiência em girassol variedade. Catissol-01. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, n. 3, p. 187-193, 2006.

QUEIROGA, V. P.; CARVALHO, L. P.; CARDOSO, G. D. **Cultivo do algodão colorido orgânico na região Semi-Árida do nordeste brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008b. 49 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 204).

QUEIROGA, V. P.; GONDIM, T. M. S.; VALE, D. G.; GEREON, H. G. M.; MOURA, J. A.; SILVA, P. J.; SOUZA FILHO, J. F. **Produção de gergelim orgânico nas comunidades de produtores de São Francisco de Assis do Piauí**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008a. 127 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 190).

QUEIROZ, M. A. A. **Desempenho, características da carcaça e parâmetros metabólicos de cordeiros recebendo rações ricas em amido e fontes protéicas**. 2008. 156 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

RODRIGUES, W. N.; SILVA, L. V. M.; SARTORE, E. A. S. F.; PASSOS, R. R.; ANDRADE, F. V. Avaliação do desenvolvimento inicial da mamoneira quando submetida a diferentes níveis de adubação com NPK. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 4, p. 118-124, 2011.

SÁ, F. V. S.; PAIVA, E. P.; MESQUITA, E. F.; BERTINO, A. M. P.; BARBOSA, M. A.; SOUTO, L. S. Tolerance of castor bean cultivars under salt stress. **Revista Brasileira de**

Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 20, n. 6, p. 557-563, 2016. DOI:10.1590/1807-1929/agriambi.v20n6p557-563.

SANTOS, J. B.; SANTOS, D. B.; AZEVEDO, C. A. V.; REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L. Comportamento morfofisiológico da mamoneira BRS Energia submetida à irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 145-152, 2013.

SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T. Desempenho de cultivares de girassol na microrregião de Campina Grande, PB. **Tecnologia. & Ciência Agropecuária**, v. 7, n. 2, p. 41-47, p. 206-208, 2013.

SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T.; BRITO, L. M. P.; OLIVEIRA, M. E. C.; BEZERRA, S. A. Componentes de produção e produtividade de mamoneira 'BRS Energia' em função da adubação orgânica. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 4, n. 1, p. 1-07, 2010a.

SANTOS, R. C.; FREIRE, R. M. M.; LIMA, L. M.; ZAGONEL, G. F.; COSTA, B. J. Produtividade de grãos e óleo de genótipos de amendoim para o mercado óleo químico. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 1, p. 72-77, 2012.

SANTOS, R. C.; FREIRE, R. M. M.; SUASSUNA, T. M. F.; REGO, G. M. BRS Havana: nova cultivar de amendoim de pele clara. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 8, p. 1337-1339, 2006.

SANTOS, R. C.; RÊGO, G. M.; SILVA, A. P. G. da; VASCONCELOS, J. O. L.; COUTINHO, J. L. B.; MELO FILHO, P. de A. Produtividade de linhagens avançadas de amendoim em condições de sequeiro no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 6, p. 589-593, 2010b.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; CARDOSO, G. D.; VIRIATO, J. R.; BELTRÃO, N. E. M. Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 5, p. 879-882, 2006a.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; FREIRE, W. S. A.; CASTRO, D. A.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 563-568, 2006b.

SEVERINO, L. S.; MILAMI, M.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; CARDOSO, G. D. Avaliação da produtividade e teor de óleo de dez genótipos de mamoneira cultivados em altitude inferior a 300 metros. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 2, p. 188-194, 2006c.

SILVA, D. C.; ALVES, A. A.; VASCONCELOS, V. R.; NASCIMENTO, H. T. S.; MOREIRA FILHO, M. A.; OLIVEIRA, M. E. Metabolismo dos compostos nitrogenados em ovinos alimentados com dietas contendo farelo de mamona destoxificado. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 32, n. 2, p. 219-224, 2010.

SILVA, G. S.; OLIVEIRA, R. A.; QUEIROZ, N. L.; SILVA, M. N. B.; SOUSA, M. F.; SILVA, S. A. Desempenho agronômico de algodão orgânico e oleaginosas consorciados com palma forrageira. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 9, p. 975-981, 2013.

SILVA, M. N. B.; BELTRÃO, N. E. M.; CARDOSO, G. D. Adubação do algodão colorido BRS 200 em sistema em sistema orgânico no Seridó Paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 9, n. 2, p. 222-228, 2005.

ŠKORIĆ, D. Sunflower breeding for resistance to abiotic stresses / mejoramiento de girasol por resistencia a estreses abióticos / sélection du tournesol pour la résistance aux stress abiotiques. *Helia*, v. 32, n. 50, p. 1-16, 2009. DOI: <https://doi.org/10.2298/hel0950001s>.

SOUSA JUNIOR, J. R.; FURTADO, G. F.; SOUSA, J. R. M.; LACERDA, R. R. A.; SOUZA, A. S.; MARACAJÁ, P. B. Consórcio de mamona com gergelim e feijão-caupi no semiárido paraibano: componentes de produção. *Agropecuária Científica no Semi-Árido*, v. 8, p. 20-28, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v8i3.199>.

SOUZA, C.; ANDRADE, A. P.; LIMA, J. R. S.; ANTONINO, A. C. D.; SOUZA, E. S.; SILVA, I. F. Water balance of castor bean under rainfed conditions. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 1, p. 3-10, 2013. DOI: 10.1590/S1415-43662013000100001.

SOUZA, D. D. **Farelo de mamona em dietas de vacas leiteiras em pastejo**. 2014. 68 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga-BA.

TÁVORA, F. J. A. **A cultura da mamona**. Fortaleza: Epace, 1982. 111 p.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, G. R.; OLIVEIRA, J. A. P.; TIMOSSI, P. C. Arranjos de plantas do feijoeiro-comum consorciado com mamona. *Revista Caatinga*, v. 25, n. 2, p. 85-91, 2012.

VASCONCELOS, F. M. T.; VASCONCELOS, R. A.; LUZ, L. N.; CABRAL, N. T.; OLIVEIRA JUNIOR, J. O. L.; SANTIAGO, A. D.; SGRILLO, E.; FARIA, F. J. C.; MELO FILHO, P. A.; SANTOS, R. C. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos eretos de amendoim cultivados nas regiões Nordeste e Centro-Oeste. *Ciência Rural*, v. 45, n. 8, p. 1375-1380, 2015. DOI: 10.1590/0103-8478cr20140414.

VIDAL NETO, F. C.; CARVALHO, L. P. Cerrado e semi-árido requerem cultivares diferenciadas. *Visão Agrícola*, v. 3, n. 6, p. 32-34, 2006.

VIEIRA, M. M. M.; CÂNDIDO, M. J. D.; BOMFIM, M. A. D.; SEVERINO, L. S.; ZAPATA, J. F. F.; BESERRA, L. T.; MENESSES, A. J. G.; FERNANDES, J. P. B. Características da carcaça e dos componentes não-carcaça em ovinos alimentados com rações à base de farelo de mamona. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 11, n. 1, p. 140-149, 2010.

Capítulo 4

Conservação local e uso da agrobiodiversidade vegetal

Maria Aldete Justiniano da Fonseca

Paola Cortez Bianchini

A Convenção sobre Diversidade Biológica reconhece a importância da diversidade biológica (ou biodiversidade) para a humanidade e a define como

[...] a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas (Brasil, 2000, p. 11).

A agrobiodiversidade ou biodiversidade agrícola é a parcela da biodiversidade usada pelos seres humanos na agricultura e alimentação e ocorre em três níveis: 1) diversidade de espécies, que compreende as diferentes espécies de animais, vegetais e microrganismos; 2) diversidade genética, que corresponde às diferentes variedades, raças ou tipos de uma mesma espécie; e 3) diversidade de ecossistemas agrícolas ou agroecossistemas, que compreende o desenho e a gestão cultural e socioeconômica de diferentes espaços naturais por comunidades humanas com modos de vida específicos (Brasil, 2016).

Como parte da biodiversidade total, a agrobiodiversidade é resultado de processos de domesticação e manejo da paisagem a partir de fenômenos naturais (mutação, seleção natural, fenômenos climáticos e naturais, etc.) e/ou culturais mediante intervenção humana, como pressão de seleção, implantação de roçados, sistemas de cultivo itinerantes, entre outros. Dessa forma, a agrobiodiversidade é condicionada pela relação homem-natureza, ou seja, pela inter-relação entre os mundos cultural e natural, que guardam em si muita diversidade, influenciando-se e determinando-se mutuamente.

Na região Nordeste do País e, mais especificamente, no Semiárido brasileiro, encontram-se duas situações que favorecem a conservação e o uso da agrobiodiversidade por agricultores familiares, povos indígenas e comunidades tradicionais. A primeira é a diversidade do espaço físico-natural caracterizado como Semiárido, onde encontra-se grande variedade de paisagens e microambientes, sendo designadas 17 grandes unidades de paisagens subdivididas em 105 unidades geoambientais distintas (Silva et al., 1993). A segunda é a diversidade sociocultural desse grande e diverso mosaico natural, que se traduz nos modos de vida e nas agriculturas praticadas pelos povos dessa região, considerada uma das mais populosas do mundo (Nordeste..., 1999).

De um modo geral, a região Nordeste, onde se situa a maior parte do Semiárido brasileiro, concentra a metade do total de estabelecimentos agropecuários familiares (IBGE, 2012), a segunda maior população indígena (IBGE, Censo Demográfico 1991/2010) e a maior população quilombola do Brasil. Além dessas populações, nessa região, são identificados os seguintes povos e comunidades tradicionais: catadoras de mangaba (Litoral); comunidades de fundo e fecho de pasto (Semiárido); povos ciganos e comunidades extrativistas (Litoral e Semiárido); pescadores artesanais (Litoral e Semiárido); quebradeiras de cocos de babaçu (transição Cerrado, Caatinga, Amazônia); ribeirinhos e povos de terreiros.

A inter-relação entre um rico e diversificado espaço geográfico natural e uma rica e diversificada matriz cultural resulta em um conjunto de estratégias de reprodução social e em modos de vida específicos que contemplam um arcabouço de conhecimentos e saberes que se refletem, entre outros, em seus agroecossistemas e sistemas socioculturais e no

manejo dos recursos disponíveis ou acessados. Isso implica que os saberes empíricos (ou locais) expressam, materializam e integram a agrobiodiversidade (FAO, 2004; Emperaire, 2005).

A agrobiodiversidade, por seu conceito, é um termo técnico que encontra ressonância nas comunidades e territórios em diferentes sistemas e práticas. As plantas conservadas e manejadas pelos agricultores familiares, povos indígenas e comunidades tradicionais têm diferentes denominações, como: sementes ou variedades “crioulas”, “tradicionais locais”, “antigas”, “indígenas”, “da paixão”, “da resistência”, “da partilha”, “da vida”, “de geração”, entre outras.

Da domesticação e da adaptação de espécies em agroecossistemas resultam a manutenção, o aumento ou a perda da diversidade genética. As variedades crioulas, por serem cultivadas ano após ano, às vezes no decorrer de muitas gerações, são mais adaptadas às condições ambientais e socioculturais em que são cultivadas do que as variedades desenvolvidas em condições ambientais diferentes, padronizadas e controladas. Assim, variedades crioulas cultivadas em sistemas agrícolas tradicionais dependentes de chuva, como no Semiárido brasileiro, onde há altas temperaturas e solos em condições adversas (a exemplo dos solos salinos), devem ter genes que lhes conferem tolerância a essas condições (Barbieri; Stumpf, 2012).

Além disso, as variedades crioulas (mantidas por agricultores familiares, povos indígenas e comunidades tradicionais) também têm importância familiar e cultural, pois, além de serem consideradas tecnologias sociais, ou socioambientais, que fortalecem os diferentes sistemas produtivos brasileiros (Fonseca et al., 2017), são fundamentais para a autonomia e soberania alimentar de agricultores tradicionais e familiares.

Este capítulo aborda a conservação local e o uso da agrobiodiversidade vegetal (mais especificamente, de culturas agrícolas anuais) em comunidades rurais do Semiárido brasileiro. As comunidades onde foi desenvolvido o trabalho foram: Vereda do Mari (Sento Sé, BA); Tanque Novo (Casa Nova, BA); Cacimba do Baltazar e Caiçara (Petrolina, PE); Riacho Fundo, Caldeirãozinho, Abreu e Lima e Sítio Roseiras (Lagoa Grande, PE). Serão apresentados, entre outras informações, exemplos de ferramentas participativas aplicadas principalmente na comunidade Tanque Novo baseadas em De Boef e Thijssen (2007).

Para padronizar o texto, será adotada a expressão “variedade tradicional local ou crioula” para se referir aos materiais conservados e utilizados por agricultores familiares ou comunidades tradicionais. Conforme a Lei da Biodiversidade (Brasil, 2015, grifos do autor), a definição dessa expressão é:

[...] variedade proveniente de espécie que ocorre em condição *in situ* ou mantida em condição *ex situ*, composta por grupo de plantas dentro de um táxon no nível mais baixo conhecido, com diversidade genética desenvolvida ou adaptada por população indígena, comunidade tradicional ou agricultor tradicional, incluindo seleção natural combinada com seleção humana no ambiente local, que não seja substancialmente semelhante a cultivares comerciais.

Conservação local e institucional de variedades tradicionais locais ou crioulas

A conservação das variedades crioulas ocorre tanto em sistemas chamados informais (que são aqueles praticados por agricultores tradicionais e familiares), quanto em sistemas formais (que são praticados por instituições públicas e privadas). Um exemplo expressivo de conservação informal é a rede de bancos de sementes comunitários da Paraíba composta por 161 bancos de todo o estado, sendo 155 bancos de sementes comunitários, 1 banco-mãe e 5 bancos regionais (Cunha, 2013). Em relação ao sistema formal de conservação, podem-se mencionar como exemplos o também importante e expressivo sistema de bancos de germoplasma de Embrapa (Nass, 2007) e os bancos de sementes mantidos em universidades e institutos de pesquisa estaduais.

A conservação informal ou conservação local, chamada também de conservação on farm ou conservação na roça, é uma prática milenar, que consiste na armazenagem de sementes; plantio e cultivo; e colheita com seleção de plantas, frutos e sementes. As sementes colhidas podem ter diferentes destinos, como a própria armazenagem realizada pela família ou comunidade, a venda ao mercado, o intercâmbio com outros agricultores ou sistemas informais e os sistemas formais (quando se inicia a conservação institucional). O sistema informal é cíclico e é reiniciado na próxima época de plantio (Figura 1).



Fotos: Maria Aldete Justiniano da Fonseca

Figura 1. Conservação local de variedades crioulas em banco comunitário de sementes (A), nos quais diferentes tipos de recipientes são usados para armazenar sementes (B).

A conservação institucional, denominada conservação ex situ [por acontecer fora do local de origem e domesticação da espécie, segundo Nass (2007)], é baseada praticamente em processos de: 1) coleta, em que o pesquisador recolhe dos agricultores tradicionais e familiares uma amostra de sementes das variedades tradicionais locais ou crioulas e faz anotação dos dados de passaporte: localização geográfica, nome do agricultor e outras informações; 2) multiplicação de sementes, quando ensaios são implantados nas estações experimentais das instituições com a finalidade de caracterizar e multiplicar a amostra de sementes coletadas; 3) controle de qualidade das sementes com testes de germinação e vigor; 4) armazenamento em câmaras frias, que apresentam condições controladas de temperatura e umidade e, por isso, proporcionam maior tempo de conservação das sementes (Figura 2).

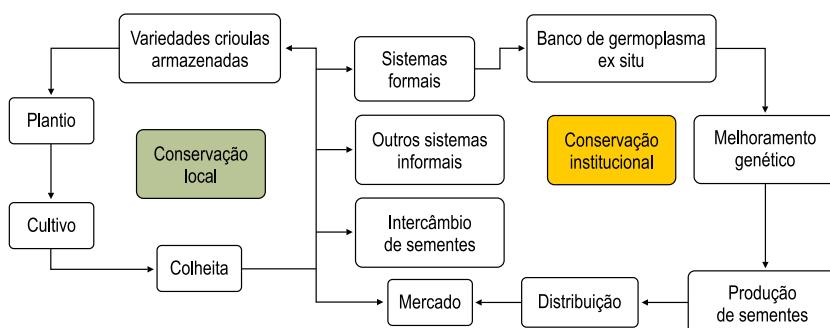


Figura 2. Conservação local e conservação institucional de variedades tradicionais locais ou crioulas.

Ilustração: Maria Aldete Justiniano da Fonseca e José Clétis Bezerra

Na conservação institucional, cada variedade tradicional local ou crioula coletada é chamada de “acesso de germoplasma”, sendo devidamente identificada no banco ex situ. Para que possam ser conhecidos, esses acessos são caracterizados de diferentes maneiras, como: caracterização morfológica, baseada em aspectos típicos da espécie; caracterização molecular, com marcadores de ácido desoxirribonucleico (DNA); caracterização citogenética, com base no número de cromossomos. Pesquisas têm sido realizadas para caracterizar os acessos de germoplasma com relação à tolerância a fatores abióticos (altas temperaturas, deficit hídrico, salinidade, entre outros) e bióticos (doenças e insetos pragas) em virtude, por exemplo, da necessidade de identificação de fontes de genes para os programas de melhoramento genético frente às mudanças climáticas. Nesse contexto, a agrobiodiversidade e a sociobiodiversidade se tornam alguns dos focos de atenção (Lopes et al., 2006, 2011; Carvalho et al., 2017; Machado et al., 2017).

Assim, nesse sistema, além da conservação em si, os acessos nos bancos de germoplasma são utilizados em programas de melhoramento genético que têm como finalidade desenvolver cultivares melhoradas para maior produtividade, resistência/tolerância a doenças, determinadas características de qualidade de grãos e de frutos, altos teores de nutrientes, entre outros. No Brasil, existem programas formais de conservação de germoplasma bem estabelecidos e importantes que contribuem para a conservação e uso dessas variedades em programas de melhoramento genético (Nass, 2007). Após o melhoramento genético, ocorre a produção de sementes melhoradas e a distribuição para o mercado de sementes, os grandes produtores e os agricultores familiares.

Existem diferenças importantes entre os sistemas de conservação institucional e local, tanto em termos de finalidade quanto em termos de uso (Tabela 1). Na conservação institucional, a partir da coleta dos materiais, os demais processos ocorrem no interior das instituições, com pouca ou nenhuma participação dos agricultores e comunidades. Em uma estrutura de conservação local, preconiza-se que as etapas sejam executadas nas próprias comunidades, dentro de uma perspectiva participativa e de autonomia, empoderamento e construção coletiva do conhecimento. As variedades são conservadas em casas e bancos comunitários de sementes das próprias famílias ou das comunidades.

Tabela 1. Diferenças entre os processos existentes nos sistemas de conservação institucional e conservação local de variedades tradicionais locais ou crioulas.

| Processo ou etapa | Conservação institucional | Conservação local |
|--|---|---|
| Variedades crioulas ou materiais acessados | Coleta/Enriquecimento da coleção ou banco ativo de germoplasma | Diagnóstico da agrobiodiversidade |
| Local de conservação | Fora do local de origem, domesticação, diversificação ou adaptação, ou seja, nas instituições | No local de origem, domesticação, diversificação ou adaptação, ou seja, nas comunidades |
| Condição de armazenamento | Em câmaras frias | Em casas de sementes e bancos comunitários de sementes |
| Processo evolutivo | Paralisado | Ativo ou dinâmico |
| Caracterização | Nos campos experimentais e nas instituições | Nos campos de agricultores e nas comunidades |
| Seleção | Nos campos experimentais e nas instituições | Nos campos de agricultores e nas comunidades |
| Melhoramento | Convencional, feito nas instituições | Participativo, feito nas comunidades |
| Definição de variáveis para seleção | Pelos pesquisadores | Pelos agricultores |
| Resultado do melhoramento | Variedade comercial, híbrido comercial e transgênico comercial | Variedade crioula melhorada |
| Multiplicação | Institucional | Local |
| Difusão | Transferência vertical | Distribuição por meio de cooperativas e associações e troca de semente entre agricultores |
| Comercialização | Mediante empresas de sementes | Mediante cooperativas e associações |
| Principais beneficiários | Empresas de sementes e grandes produtores | Agricultores familiares |

As diferenças de foco, métodos e objetivos entre os sistemas de conservação local e institucional apontam para uma complementaridade entre eles, tendo os dois sistemas importância social, ambiental, econômica, política e cultural. A conservação institucional representa uma garantia para a manutenção das variedades crioulas na medida em que pode conservá-las por longo prazo, como uma cópia de segurança para as comunidades. Isso se torna cada vez mais importante considerando-se as inúmeras ameaças para a conservação e uso dessas sementes, como os ciclos recorrentes de seca, a substituição por outras variedades, a contaminação por transgênicos, entre outras.

Povos e comunidades tradicionais, incluindo agricultores familiares, têm buscado continuamente resgatar variedades tradicionais locais ou crioulas conservadas em bancos de germoplasma ex situ, a exemplo do que aconteceu em 1995, quando os índios Krahô procuraram a Embrapa para recuperar sementes de variedades tradicionais (Dias et al., 2013, 2015). Essa comunidade indígena estava em estado de insegurança alimentar e nutricional e dependente de sementes externas por terem perdido as suas variedades tradicionais locais ou crioulas. Com essa iniciativa, os índios Krahô recuperaram não só a soberania das sementes e a segurança alimentar e nutricional, mas também a sua cultura, já que foram reintroduzidas variedades usadas pelos seus antepassados em ritos tradicionais.

Vale destacar que o acesso de agricultores familiares, povos indígenas e comunidades tradicionais ao germoplasma conservado em bancos de instituições brasileiras, mantidos com recursos públicos, é garantido pela Lei da Biodiversidade (Brasil, 2015). Essa lei é resultado de um processo nacional influenciado também por iniciativas internacionais, visto que o Brasil assinou e ratificou a Convenção sobre Diversidade Biológica (Brasil, 2000) e o Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2009), que tratam da conservação e do uso sustentável da diversidade genética, da repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da sua utilização, dos direitos dos agricultores tradicionais e de suas contribuições na conservação e no desenvolvimento dos recursos fitogenéticos por meio da domesticação e adaptação a diferentes condições climáticas e ambientais.

Posteriormente, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), com a finalidade de proteger a agrobiodiversidade

e diversidade cultural, estabeleceu um programa mundial relacionado à conservação e manejo de sistemas agrícolas tradicionais globalmente importantes (*globally important agricultural heritage systems – GIAHS*). Esses sistemas são selecionados pela FAO por serem detentores de biodiversidade agrícola em ecossistemas resilientes, com forte e valioso patrimônio cultural, e por estarem situados em lugares específicos do mundo que fornecem múltiplos serviços ambientais e alimentares sustentáveis para pequenos agricultores. A FAO também considera que esses sistemas agrícolas são a base das inovações e tecnologias agrícolas atuais e futuras (FAO, 2002).

Em âmbito nacional, foram implantadas políticas e programas de apoio e fortalecimento aos povos indígenas, comunidades tradicionais e agricultores familiares, como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), a Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater), o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC2), entre outros (Brasil, 2013). Além desses, foram implantadas a Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (PNSAN) (Brasil, 2010), a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas (PNGATI) (Brasil, 2012a) e a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO) (Brasil, 2012b). Para execução de tais políticas, é fundamental fortalecer a conservação local e promover efetivamente a integração entre ela e a conservação institucional.

A integração entre esses dois sistemas de conservação é importante para garantir a soberania e segurança alimentar e nutricional dos povos e comunidades tradicionais, visto que eles podem localizar, nos bancos institucionais, variedades tradicionais perdidas, resgatando-as e reintroduzindo-as em seus sistemas de conservação local, além de também poderem guardar amostras, especialmente aquelas em risco de extinção, nesses bancos para conservação. A conservação institucional também é fortalecida por essa integração, já que amplia seu uso e seu reconhecimento, como o que ocorre nas pesquisas participativas realizadas por Dias et al. (2015), Fonseca et al. (2017) e Fonseca Ferreira (2017), entre outros trabalhos.

Portanto, todas as estratégias de conservação são importantes, com suas vantagens e limitações e, por isso, são complementares. Dessa forma, buscam-se cada vez mais processos e ações que, de fato, promovam a integração entre a conservação institucional e a conservação local.

A seguir, apresentam-se etapas, ferramentas e métodos de pesquisa participativa que se baseiam no manejo comunitário da biodiversidade (De Boef e Thijssen, 2006), cujo intuito é apoiar os sistemas de conservação local para fortalecer, valorizar e dar visibilidade às práticas de conservação e uso da agrobiodiversidade realizadas por agricultores familiares e povos e comunidades tradicionais.

Conservação local

A conservação local é um sistema milenar que consiste no cultivo, seleção, guarda, troca e demais usos por agricultores tradicionais e familiares de suas próprias sementes em ciclos sucessivos. Isso significa que processos evolutivos estão atuando, ano após ano, nessas sementes, que adquirem determinadas características que as fazem permanecer no agroecossistema, coevoluindo com ele. Essas sementes são passadas de geração a geração, carregam valores culturais e simbólicos (materiais e imateriais) intrínsecos que são estratégicos para as comunidades e famílias, pois lhes garantem autonomia e soberania alimentar e nutricional, bem como melhores chances de responder às condições microambientais, socioculturais e econômicas específicas.

Diferentes eventos podem levar à perda dessas variedades tradicionais locais ou crioulas, o que implica consequentes perdas monetárias e não monetárias relacionadas à alimentação e nutrição, subsistência, renda, patrimônio cultural e reprodução social. A partir da Convenção sobre Diversidade Biológica (Brasil, 2000), de forma crescente, um conjunto de iniciativas e ações governamentais e não governamentais (envolvendo pesquisa, ensino, assistência técnica e extensão rural) apoiaram os sistemas de conservação local de diferentes formas.

Entre essas ações, destaca-se o Programa Sementes do Semiárido, da Articulação Semiárido Brasileiro (ASA), uma iniciativa não governamental em conjunto com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Ministério do Desenvolvimento Social (MDS) e Secretaria Especial de Agricultura Familiar e Desenvolvimento Rural (Sead/Casa Civil), anteriormente chamada Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). Com base no fortalecimento de ações para a região e na importância dos estoques de água, alimentos e forragem, a ASA propôs uma política de estoque de

sementes. Dados preliminares desse programa, levantados com 7.380 famílias de 442 comunidades rurais de 179 municípios, mostram que há uma grande diversidade de variedades crioulas guardadas pelos agricultores. Foi levantado um total de 2.024 variedades, sendo 440 de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*), 335 de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*), 322 de milho (*Zea mays*), 207 de forrageiras (diferentes espécies), 189 de fava (*Vicia faba*), 183 de mandioca (*Manihot spp.*), 126 de pimenta (*Capsicum spp.*), 116 de abóboras (*Cucurbita moschata* e *Cucurbita maxima*) e 106 de batata-doce (*Ipomea batatas*), o que corresponde a 80% das variedades identificadas. Em relação à origem das sementes, 81,5% eram da própria comunidade. Além desse diagnóstico, o ASA também identificou os guardiões e fortaleceu ou construiu casas de sementes comunitárias para estocar as variedades que ficam à disposição de todas as famílias. A lógica da gestão das casas ou bancos de sementes comunitárias (em que se promove a conservação local) é o empréstimo de uma quantidade e devolução de uma quantia maior, que não precisa ser necessariamente do mesmo tipo das sementes retiradas, caso a colheita não tenha sido suficiente (Pragana, 2016).

Em trabalho realizado pela Embrapa Semiárido em comunidades de agricultores familiares da Bahia e de Pernambuco, também foi diagnosticada grande diversidade de variedades tradicionais locais ou crioulas (Silva et al., 2011; Araújo et al., 2012; Sena et al., 2012; Fonseca, 2016). Na comunidade Tanque Novo, foi identificada a existência de 21 guardiões da agrobiodiversidade, que conservavam 78 variedades locais há pelo menos 10 anos, sendo 29 de mandioca, 13 de melancia (entre melancia – *Citrullus lanatus* – e melancia-de-cavalo – *C. lanatus* var. *citroides*), 10 de feijão (*Phaseolus* sp. e *Vigna* sp.), 10 de capim (diferentes espécies), 8 de palma-forrageira (*Opuntia cochenillifera*), 5 de milho, 2 de leucena (*Leucaena leucocephala*) e 1 de abóbora (*Cucurbita moschata*) (Sena et al., 2011; Araújo et al., 2012). De forma semelhante, na comunidade Vereda do Mari, localizada em Sento Sé, BA, foi diagnosticada a existência de 25 guardiões de sementes e 127 variedades locais conservadas há pelo menos 10 anos. Entre as variedades locais identificadas, têm-se 40 de melancia, 27 de feijão, 27 de mandioca, 26 de abóboras, 3 de gergelim (*Sesamum indicum*), 3 de caxixe (*Lagenaria siceraria*) e 1 de melão (*Cucumis melo*). Nas duas comunidades, constatou-se que 79,5% e 76,8%, respectivamente, das sementes tiveram como origem os parentes, amigos ou vizinhos e que as principais utilizações eram para alimentação da família e de animais (Sena et al., 2011; Ferreira et al., 2012; Passos et al., 2012).

No município de Lagoa Grande, PE, foram realizados diagnósticos em quatro assentamentos da reforma agrária (Riacho Fundo, Caldeirãozinho, Abreu e Lima e Sítio Roseiras) e foram identificados apenas dois guardiões. Um guardião conservava sementes de abóbora, fava, maxixe e caxixe há mais de 20 anos, sendo: 6 variedades locais de fava, 2 de abóbora, 1 de maxixe (*Cucumis anguria*) e 1 de caxixe. A outra guardiã conservava 20 variedades locais, sendo 7 de abóbora, 5 de melancia-comum, 2 de melancia-de-cavalo e 2 de caxixe, feijão e milho. Essas sementes se encontravam com a agricultora guardiã há mais de 20 anos. Parte da produção era utilizada para a conservação de sementes e para o plantio no próximo período chuvoso; a outra parte era usada para venda e troca com outros agricultores da região. Isso mostra a provável influência dos agricultores na dispersão da variabilidade genética (Silva et al., 2012).

Esses exemplos práticos de pesquisa participativa, apesar de não terem sido realizados em todo o Semiárido, demonstram que ainda existem muitas variedades tradicionais locais ou crioulas sendo conservadas por agricultores guardiões da agrobiodiversidade. Por sua vez, isso evidencia a necessidade de ampliação das ações em rede para aproximar o governo e a sociedade, em processos de inovação com a agricultura familiar.

Pode-se promover o trabalho de conservação local em uma comunidade tomando-se por base a agroecologia e a educação popular, com métodos da pesquisa participativa e da etnobotânica, amplamente discutidos por diversos autores, tais como Martin (2004), Brandão e Streck (2006), Albuquerque et al. (2010) e Altieri (2012). O objetivo é, antes de tudo, empoderar os agricultores, promover o intercâmbio e a construção de conhecimentos conjuntamente por meio do diálogo de saberes e fortalecer os sistemas locais de conhecimento e conservação da agrobiodiversidade. Dessa forma, o trabalho se divide em diferentes etapas, com inúmeras possibilidades de aplicação de metodologias e ferramentas participativas, que podem ser adaptadas, criadas e recriadas em cada realidade.

As metodologias e ferramentas participativas utilizadas para estruturar e fortalecer a conservação local das variedades tradicionais locais ou crioulas são apresentadas a seguir. Elas são baseadas no manejo comunitário da biodiversidade proposto por De Boef et al. (2006) e em pesquisas conduzidas pela Embrapa Semiárido em conjunto com as comunidades de agricultores familiares da região. A premissa dessas metodologias e

ferramentas é promover uma interação entre os conhecimentos científicos e tradicionais.

Todas as ferramentas e seus resultados têm relação de complementaridade, de forma que estão ligadas e inter-relacionadas, podendo acontecer simultaneamente ou não. Uma das etapas consiste em fazer um diagnóstico participativo da agrobiodiversidade (DPA). Outra visa promover práticas participativas (PPs) que também fortaleçam e consolidem esse tipo de conservação nas comunidades. Outra prática é diretamente vinculada à conservação em si em bancos ou casas comunitárias de sementes (BS), que pode ser realizada em diferentes níveis, como será apresentado a seguir. Tem-se, ainda, o registro comunitário da agrobiodiversidade (RCA) como fundamental etapa para organizar as informações da conservação local e proteger as variedades tradicionais locais ou crioulas e os conhecimentos tradicionais associados a elas (Figura 3).

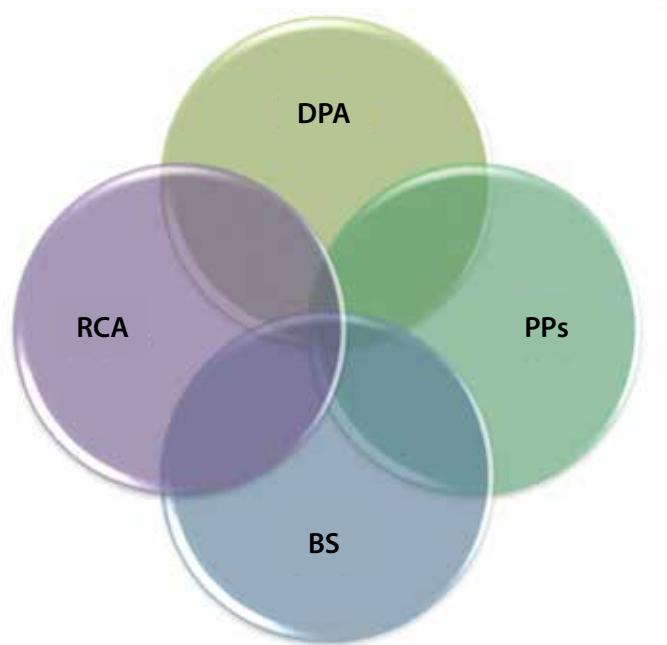


Figura 3. Etapas para o fortalecimento da conservação local: diagnóstico participativo da agrobiodiversidade (DPA); práticas participativas (PPs); bancos ou casas de sementes (BS); e registro comunitário da agrobiodiversidade (RCA).

Ilustração: Maria Aldete Justiniano da Fonseca

Diagnóstico participativo da agrobiodiversidade

Para a realização do diagnóstico, o mais recomendado é usar metodologias participativas por envolver diretamente os agricultores familiares no processo. Existem muitas metodologias participativas que permitem realizar esse diagnóstico conforme De Boef e Thijssen (2007). Neste capítulo, serão apresentadas seis dessas metodologias.

Levantamento de informações gerais

A metodologia de levantamento de informações gerais envolve a aplicação de um questionário sintético por família com questões gerais sobre a propriedade e os cultivos. Esse questionário pode ser estruturado ou semiestruturado, e sua aplicação pode envolver maior ou menor nível de participação ativa da comunidade ou das famílias. A escolha sobre a forma, conteúdo e aplicação desse questionário depende de inúmeras variáveis. Dentre elas, destacam-se: tempo anterior de trabalho com a comunidade, grau de profundidade e de detalhamento das informações necessárias, quantidade e acurácia de informações geradas sobre a comunidade e seus agroecossistemas em trabalhos anteriores, nível de envolvimento do pesquisador com a comunidade (relação de confiança), tempo e demais recursos (financeiros e humanos) para execução do trabalho.

Algumas informações cujo levantamento pode ser útil para os trabalhos sobre conservação local da agrobiodiversidade são listadas a seguir:

- Tamanho da propriedade.
- Situação do agricultor: aposentado ou não.
- Número de habitantes na casa.
- Espécies cultivadas pela família.
- Compra ou não de sementes para o plantio.
- Armazenagem ou não de sementes para o próximo plantio.
- Tempo desde que a família começou a armazenar sementes.
- Origem das sementes.
- Uso ou não de irrigação.
- Uso ou não de defensivo químico.
- Criação de animais pela família.

- Itens que a família comercializa do que planta e cria.
- Itens que a família compra para alimentação diária.

A análise e o cruzamento de todos esses dados geram informações importantes tanto para compreender as lógicas e as estratégias envolvidas na conservação local quanto para apontar práticas e estratégias necessárias para o fortalecimento dessa conservação.

O tamanho da propriedade é um indicador do grau de intensificação do sistema e dá uma ideia geral sobre as possibilidades e limitações dos agricultores frente às diversas atividades produtivas realizadas no Semiárido. Ele deve ser complementado com um mapa mental ou com um georreferenciamento, a fim de propiciar a compreensão dos diferentes espaços e usos (subsistemas) do agroecossistema, suas interações e fluxos. O mapa mental é uma ferramenta participativa mediante a qual os agricultores desenham sua propriedade de maneira livre, sem uma imagem da internet nem um mapa impresso nem um mapa georreferenciado.

As informações sobre as espécies cultivadas revelam as diferentes estratégias dos agricultores para abastecimento familiar, venda e/ou alimentação animal. A quantidade de agricultores cultivando as mesmas espécies mostra a importância delas naquele local, apontando tanto para o consumo familiar como para o mercado.

A origem das sementes é outra informação estratégica que será aprofundada em conjunto com outras ferramentas (apresentadas a seguir). Percebem-se claramente diferentes estratégias (aquisição no mercado ou conservação local) para diferentes espécies. Há espécies sempre adquiridas no comércio local e outras nunca compradas. Compreender essas escolhas é parte importante do trabalho sobre a conservação local e é indicador fundamental para verificar se se trata ou não de uma variedade tradicional ou crioula.

As informações sobre a criação animal, em se tratando do Semiárido, podem ser consideradas de grande importância relativa e comparativa. Em geral, a criação animal é mais viável para as famílias especialmente em anos e períodos de seca prolongada (caracterizada por chuvas anuais acumuladas em menos de 200 mm, como se observou entre 2013 e 2017), durante os quais a maioria das culturas agrícolas não produz. Mesmo assim, há plantas forrageiras, nativas e exóticas naturalizadas ou adaptadas, além da própria caatinga, que produzem com menor demanda hídrica. Isso leva

muitas famílias do Semiárido a criarem galinhas e porcos em seus quintais, cabras e ovelhas em regime extensivo e semi-intensivo e bovinos especialmente para leite. Assim, é muito comum, nessa região, os levantamentos apontarem um alto índice de cultivo de forrageiras. O conjunto de produtos e subprodutos da produção animal é direcionado tanto ao consumo familiar quanto ao mercado. Essa informação pode ser verificada a partir do cruzamento com as informações dos itens que a família comercializa. Um exemplo disso é apresentado na Tabela 2, resultado da aplicação de um questionário semiestruturado para o levantamento das informações gerais em uma comunidade de Casa Nova, BA. Vale esclarecer que um mesmo agricultor familiar pode criar mais de um tipo de animal, sendo a percentagem calculada para cada item separadamente.

Tabela 2. Porcentagem de agricultores familiares da comunidade Tanque Novo, situada no município de Casa Nova, BA, que criam e vendem produtos ou subprodutos da criação animal.

| Animal de criação | % |
|---|-------|
| Aves | 89,20 |
| Caprinos | 86,00 |
| Ovinos | 71,40 |
| Suínos | 50,00 |
| Equinos | 46,40 |
| Bovinos | 39,20 |
| Origem animal dos produtos e subprodutos para venda | % |
| Aves (carne) | 3,50 |
| Bovinos | 11,00 |
| Caprinos | 46,40 |
| Ovinos | 43,00 |
| Suínos | 18,00 |
| Aves (ovos) | 12,50 |
| Nada (não comercializa seus produtos) | 11,00 |
| Tudo (comercializa tudo que produz) | 7,10 |

Considerando, por exemplo, que 89,2% dos agricultores dessa comunidade criam aves, sendo que apenas 3,5% deles as vendem e que 12,5% vendem ovos, é fácil compreender que o objetivo dessa produção não é o mercado, mas pode ser o consumo familiar direto ou a troca de produtos entre comunidades, entre outras possibilidades. Especificamente nesse caso, 12,5% dos agricultores vendem ovos, ou seja, a criação de galinhas é uma atividade de importância alimentar, nutricional e de geração de renda.

Da mesma forma, observa-se que entre 86% e 71% dos agricultores dessa comunidade criam caprinos e ovinos, sendo esses os produtos cuja maior parte dos agricultores comercializa. Portanto, esses resultados informam que a principal estratégia comercial é justamente a criação e comercialização desses animais.

Com relação às estratégias de conservação local da agrobiodiversidade, é importante saber se esses animais são de raças comerciais ou localmente adaptadas. Se forem de raças localmente adaptadas (ou raças crioulas), é importante conhecer o tamanho e o nível de segurança genética do rebanho. Já em relação à alimentação, é importante saber o percentual que advém de plantas da caatinga e de forrageiras cultivadas.

O levantamento das informações gerais auxilia especialmente no direcionamento das demais ferramentas participativas a serem utilizadas na comunidade, pois indica a necessidade de aprofundar ou esclarecer algumas estratégias praticadas pelos agricultores quanto à conservação local da agrobiodiversidade. Essas informações e as necessidades apontadas serão complementadas e cruzadas com as informações decorrentes das demais ferramentas participativas.

Linha do tempo

A linha do tempo é uma ferramenta participativa que tem como objetivo entender as mudanças que ocorreram na comunidade ao longo do tempo. Com sua aplicação, é possível resgatar a história das comunidades, bem como os pontos importantes para a tomada de decisões e para a estruturação de novas ações. Alguns eventos da história da comunidade podem influenciar em definitivo a forma como a comunidade faz a gestão atual dos seus recursos, não só financeiros, mas também os da agrobiodiversidade.

No que se refere à aplicação da metodologia, é preciso levantar algumas questões do tipo: Quando a comunidade foi fundada? Quem foram os primeiros a chegar? O que levou à formação dessa comunidade? Os primeiros a chegar trouxeram sementes? Sementes de quê? Qual era a origem dessas sementes? Quais são os acontecimentos que marcaram a história da comunidade? De forma conjunta, os agricultores constroem a linha do tempo da comunidade escrevendo, sobre uma linha, a sucessão cronológica dos acontecimentos. Uma ponta dessa linha é o presente, e outra é o passado remoto, “o tempo antigo da comunidade”.

Tomando como exemplo a comunidade Tanque Novo (já analisada na seção acima), constatou-se que foi fundada por volta de 1899 (é, portanto, uma comunidade tradicional) e começou a enfrentar suas primeiras dificuldades nos anos de 1932 e 1939, com sua primeira e segunda secas, que levaram à perda de plantações e animais por falta de água e de alimentos. Em 1947, a comunidade perdeu tudo novamente, mas, dessa vez, por causa de uma enchente. Em 1950, conseguiu a primeira prensa de farinha para auxiliar no próprio sustento da comunidade. Em 1957, sofreu outra enchente. Em 1974, começou o cultivo da mamona (*Ricinus communis*) por ser uma planta tolerante à seca e por servir para alimentação dos animais. No ano de 1982, a comunidade começou a produzir também o algodão (*Gossypium sp.*). Em 1997, chegou à comunidade a primeira escola, fato considerado um avanço por ter tornado possível a alfabetização de todos. A associação da comunidade foi fundada em 1999. Em 2003, a Embrapa Semiárido começou a trabalhar com a comunidade oferecendo conhecimentos para melhorar a produção. Em 2004, a comunidade sofreu outra enchente (a terceira de sua história). Um ano depois (2005), foi possível construir as cisternas, barragens e terreiro de raspa e, mais 2 anos depois (2007), chegou a tão esperada energia elétrica.

Percebe-se, portanto, que a história dessa comunidade é marcada por eventos alternados de seca e enchente, dois extremos que levam a perdas das lavouras e, consequentemente, dos animais. Mesmo assim, a comunidade manteve a tradição de produzir e vender farinha. Tendo como base o exemplo acima, pode-se inferir que qualquer ação a ser desenvolvida nessa comunidade deve envolver a produção de mandioca (*Manihot esculenta*) e de farinha, pois são tradições que, com certeza, dão identidade à comunidade.

Calendário de cultivo com foco em gênero

O calendário de cultivo com foco em gênero é uma ferramenta que tem como finalidade identificar, numa escala temporal, as atividades desenvolvidas nas propriedades e desempenhadas por homens e mulheres, conforme interesse. É importante para a definição de ações, especialmente porque permite discutir e planejar a gestão da agrobiodiversidade local a partir da compreensão dos diferentes atores e espaços da conservação local pela família. Com essa metodologia, também se identificam os cultivos tradicionais.

O(A)s agricultores(as) desenham uma matriz, cujas colunas se referem aos meses e as linhas às atividades, separadas por gênero (homem e mulher). Cada atividade é trabalhada separadamente; para cada uma, discutem-se os resultados e identificam-se os períodos mais favoráveis para intervenções, bem como verifica-se a disponibilidade dos diferentes membros da família para o manejo em determinado período.

A Tabela 3 mostra o exemplo de calendário de cultivo da comunidade Tanque Novo. Esses resultados, bem como o processo para se chegar a eles, mostram o papel e a complementaridade das atividades entre gêneros nos agroecossistemas, evidenciando as desigualdades que houver.

Diagrama de Venn e fluxos

O diagrama de Venn e os fluxos são ferramentas que auxiliam na identificação de atores sociais, tanto os que atuam na comunidade quanto os que podem ser envolvidos em atividades futuras para a gestão da agrobiodiversidade. Depois de discussões e mediante consenso a respeito da relação entre esses atores, o nome de cada um deles é escrito em papéis separados. Normalmente, recortam-se círculos de cartolina de diferentes tamanhos que recebem o nome dos diferentes atores sociais. Quanto maior for o círculo, maior é sua importância para a comunidade. Os círculos são dispostos sobre um mapa grande da comunidade ou sobre uma representação hipotética da comunidade (um desenho de um grande círculo ou outra figura). Quanto maior for a proximidade entre os atores descritos nos diferentes círculos, maior é a inter-relação entre eles.

Tabela 3. Calendário de atividades da comunidade Tanque Novo, no município de Casa Nova, BA, com atividades separadas por gênero.

Tabela 3. Continuação.

Depois da montagem do diagrama das instituições/atores atuantes na comunidade, o próximo passo é desenhar os fluxos usando diferentes cores. Por exemplo, a cor vermelha se refere ao fluxo de sementes, a azul ao fluxo de recursos financeiros, e a verde ao fluxo de informações. Flechas são desenhadas em uma ou em ambas as direções para identificar o fluxo (Figura 4).

Foto: Maria Aldete Justiniano da Fonseca

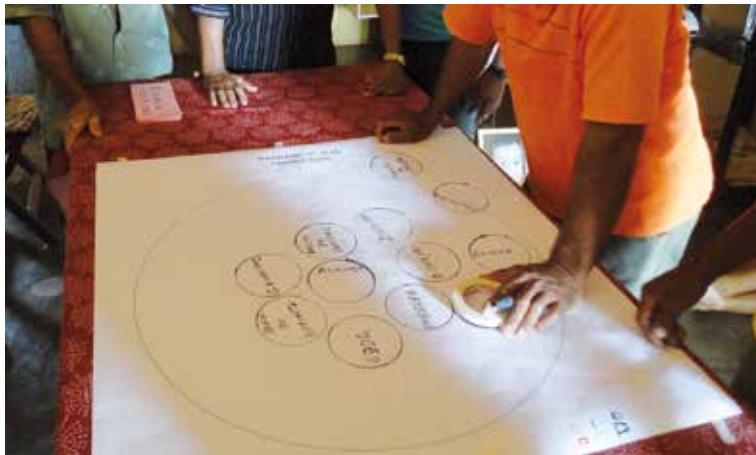


Figura 4. Diagrama de Venn dos agricultores familiares da comunidade Tanque Novo, situada no município de Casa Nova, BA.

Com a aplicação dessa ferramenta, é possível evidenciar, por meio da percepção dos agricultores, as relações da comunidade entre si e dela com as organizações que atuam nela. Assim, é possível identificar parceiros para o trabalho de conservação local.

Mapa histórico do uso da agrobiodiversidade

A construção do mapa histórico do uso da agrobiodiversidade é uma ferramenta importante para avaliar mudanças nos recursos naturais e na agrobiodiversidade e para identificar problemas atuais dentro de um contexto histórico. Também é importante para a troca de informações entre as diferentes gerações de membros da comunidade. Os agricultores fazem dois mapas da agrobiodiversidade (um do passado e outro do presente), onde listam os cultivos que havia no passado e os que há atualmente na

comunidade. A comparação entre os mapas identifica os cultivos perdidos, mantidos e/ou introduzidos. Também pode ser feito o mapa do futuro, ou seja, de como a comunidade deseja estar em relação à agrobiodiversidade.

Nas Tabelas 4 e 5, encontram-se os resultados da aplicação dessa ferramenta participativa na comunidade Tanque Novo. Verifica-se que, dos 78 cultivos e produtos informados pelos agricultores, 19 foram mantidos desde o passado até o presente, 31 foram introduzidos e 27 foram perdidos. A comunidade perdeu 3 variedades locais de feijão e 7 de mandioca; porém, foram introduzidas 6 variedades de feijão e outras 4 de mandioca. Melancia e milho são também duas culturas de destaque; da primeira, foram mantidas 3 variedades locais e, da segunda, 2 variedades. Além disso, foram introduzidas 2 variedades de cada espécie.

Tabela 4. Resultado da comparação dos mapas históricos da agrobiodiversidade da comunidade Tanque Novo (localizada em Casa Nova, BA) para espécies vegetais.

| Ontem (até 2010) | Hoje (a partir de 2010) |
|--|---|
| | Acerola (<i>Malpighia emarginata</i>) |
| | Amora (<i>Morus nigra</i>) |
| Ata (<i>Annona squamosa</i>) | Ata |
| Abóbora-jacaré (<i>Cucurbita</i> sp.) | Abóbora-jacaré |
| Abóbora (ou jerimum) (<i>Cucurbita</i> sp.) | Abóbora (ou jerimum) |
| Abóbora-de-leite (<i>Cucurbita</i> sp.) | |
| Algodão (<i>Gossypium</i> spp.) | |
| Amendoim (<i>Arachis hypogaea</i>) | |
| Bucha (<i>Luffa cylindrica</i>) | |
| Cabaça (<i>Lagenaria siceraria</i>) | |
| | Cabaça-chuchu (<i>Lagenaria siceraria</i>) |
| | Cabaça-cuia (<i>Lagenaria siceraria</i>) |
| | Caju (<i>Anacardium occidentale</i>) |
| | Cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) |

Continua...

Tabela 4. Continuação.

| Ontem (até 2010) | Hoje (a partir de 2010) |
|---|---|
| | Capim-buffel (<i>Cenchrus ciliaris</i>) |
| Capim de corte (diferentes espécies) | Capim de corte (diferentes espécies) |
| | Feijão-arroz (<i>Phaseolus vulgaris</i>) |
| | Feijão-paulistinha (<i>Phaseolus vulgaris</i>) |
| | Feijão-sempre-verde (<i>Phaseolus vulgaris</i>) |
| Feijão-manteiga (<i>Phaseolus vulgaris</i>) | Feijão-manteiga |
| Feijão-barrigudo (<i>Phaseolus vulgaris</i>) | |
| Feijão-porcades (<i>Phaseolus vulgaris</i>) | |
| Feijão-rabo-de-peba (<i>Phaseolus vulgaris</i>) | |
| | Feijão-canapu (<i>Vigna unguiculata</i>) |
| | Feijão-canapuzinho (<i>Vigna unguiculata</i>) |
| | Feijão-corujinha (<i>Vigna unguiculata</i>) |
| Feijão-azul (<i>Vigna angularis</i>) | Feijão-azul |
| | Gergelim (<i>Sesamum indicum</i>) |
| | Goiaba (<i>Psidium guajava</i>) |
| | Leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>) |
| Mamona (<i>Ricinus communis</i>) | |
| Mandioca-jatobá (<i>Manihot spp.</i>) | Mandioca-lagoa (<i>Manihot spp.</i>) |
| Mandioca-majó (<i>Manihot spp.</i>) | |
| Mandioca-peba (<i>Manihot spp.</i>) | |
| Mandioca-quebra-faca (<i>Manihot spp.</i>) | |
| Mandioca-rabo-de-cavalo (<i>Manihot spp.</i>) | |
| Mandioca-rasgadinha (<i>Manihot spp.</i>) | Mandioca-branca (<i>Manihot spp.</i>) |

Continua...

Tabela 4. Continuação.

| Ontem (até 2010) | Hoje (a partir de 2010) |
|---|--|
| | Mandioca-lagoa-preta (<i>Manihot</i> spp.) |
| | Mandioca-mulatinha (<i>Manihot</i> spp.) |
| | Mandioca-pipoquinha (<i>Manihot</i> spp.) |
| Manga (<i>Mangifera indica</i>) | Manga |
| Maxixe (<i>Cucumis anguria</i>) | |
| Melancia (<i>Citrullus lanatus</i> var. <i>lanatus</i>) | |
| Melancia-caiana (<i>Citrullus lanatus</i> var. <i>lanatus</i>) | Melancia-caiana |
| Melancia-periquito (<i>Citrullus lanatus</i> var. <i>lanatus</i>) | Melancia-periquito |
| | Melancia-japonesa (<i>Citrullus lanatus</i> var. <i>lanatus</i>) |
| | Melancia-preta (<i>Citrullus lanatus</i> var. <i>lanatus</i>) |
| Melancia-de-cavalo (<i>Citrullus lanatus</i> var. <i>citroides</i>) | Melancia-de-cavalo |
| Melão-pepino (<i>Cucumis melo</i>) | Melão-pepino |
| Milho-argentino (<i>Zea mays</i>) | Milho-argentino |
| Milho-cacetão (<i>Zea mays</i>) | |
| Milho-cateto (<i>Zea mays</i>) | Milho-cateto |
| | Milho-pipoca (<i>Zea mays</i>) |
| | Milho-são-francisco (<i>Zea mays</i>) |
| Palma (<i>Opuntia</i> spp.) | Palma |
| Pornunça (<i>Manihot esculenta</i> x <i>Manihot caerulescens</i>) | |
| Spondias spp. | |
| Umbu (<i>Spondias tuberosa</i>) | |
| Umbu-cajá (<i>Spondias tuberosa</i> x <i>Spondias mombin</i>) | |
| | Seriguela (<i>Spondias purpurea</i>) |

Tabela 5. Resultado da comparação dos mapas históricos da agrobiodiversidade da comunidade Tanque Novo (localizada em Casa Nova, BA) para espécies animais.

| Ontem (até 2010) | Hoje (a partir de 2010) |
|--|---|
| | Abelha (<i>Apis mellifera</i>) |
| Bode (<i>Capra aegagrus hircus</i>) | Bode |
| | Caça (diferentes espécies) |
| Caça silvestre (diferentes espécies) | |
| Equino (<i>Equus ferus caballus</i>) | Equino |
| Gado (<i>Bos taurus</i>) | Gado |
| | Galinha (<i>Gallus gallus domesticus</i>) |
| Ovelha (<i>Ovis aries</i>) | Ovelha |
| Porco (<i>Sus scrofa domesticus</i>) | Porco |
| | Peru (<i>Meleagris spp.</i>) |

Essa é uma ferramenta muito importante para a conservação local já que ela permite que a comunidade visualize o conjunto perdido de cultivos e criações. No momento da discussão coletiva da ferramenta, é possível identificar as causas dessa perda. A partir disso, a comunidade pode decidir se deseja reintroduzir as variedades perdidas ou outras variedades, bem como definir estratégias para aumentar a diversidade e a segurança das variedades que permaneceram.

A ferramenta também pode ser utilizada para que a comunidade represente como deseja a agrobiodiversidade do futuro. Isso é muito importante para a definição de estratégias em um plano de manejo.

Lista da agrobiodiversidade

A lista da agrobiodiversidade é uma ferramenta que permite identificar as variedades únicas, comuns e raras, além de mostrar a diversidade existente na comunidade (quais e quantas variedades locais são mantidas por espécie e por quanto tempo). É útil para determinar a origem, troca,

grau e uso específico das variedades locais. Por isso, essa ferramenta fornece uma riqueza de informações para a conservação local.

O tempo durante o qual a variedade local está presente em uma comunidade e sua origem são informações essenciais para comprovar que realmente se trata de uma variedade crioula. Se, por acaso, a variedade for mantida na comunidade por menos de 10 anos e sua origem tiver sido a compra em um estabelecimento comercial, ela não será considerada uma variedade tradicional ou local.

A quantidade de agricultores que cultivam a variedade crioula e o tamanho da área de plantio são informações cruciais para verificar se a variedade está ou não em risco de extinção. Caso uma variedade local seja cultivada em áreas pequenas por poucos agricultores, com o tempo, ela poderá desaparecer da comunidade. Assim, medidas preventivas podem ser tomadas pela comunidade ou com a comunidade para evitar a erosão genética.

Para a aplicação da ferramenta, é desenhada uma matriz, cujas linhas correspondem às espécies e variedades locais e as colunas, à quantidade de agricultores que plantam, ao tamanho da área plantada e à origem das sementes. Outras informações podem ser acrescentadas à lista, conforme exemplificado na Tabela 6. As culturas e variedades são definidas pelos próprios agricultores.

Tomando-se como exemplo os dados da Tabela 6, pode-se verificar que a variedade Mulatinha de mandioca, a princípio, não corre risco de erosão genética, pois há muitos agricultores que a cultivam em grandes áreas. Pela quantidade de usos e de trocas registradas, pode-se inferir também que ela é uma das variedades preferidas pelos agricultores.

Já a variedade Lagoa-vermelha de mandioca, que está na comunidade há mais de 100 anos, apresenta situação de vulnerabilidade, pois poucos agricultores a cultivam e em pequenas áreas. Além disso, nota-se que essa é uma variedade que os agricultores trocam pouco. Isso pode significar que a variedade tem uma característica muito específica, que não chama a atenção da maioria dos agricultores, ou é muito boa, guardada, por gerações, por apenas uma família.

Todas essas informações podem ser averiguadas ou aprofundadas no momento de aplicação da ferramenta ou posteriormente com o uso de

Tabela 6. Lista da agrobiodiversidade da comunidade Tanque Novo (localizada em Casa Nova, BA) relativa a espécies locais de mandioca (*Manihot esculenta*), feijão (*Phaseolus* spp. e *Vigna* spp.) e milho (*Zea mays*).

| Nome da variedade encontrada | Quantidade de agricultores que plantam | Tamanho da área | Origem da semente (local) | Tempo na comunidade (ano) | Uso | Freqüência de troca entre agricultores |
|--|--|-----------------|--------------------------------------|---------------------------|---|--|
| Mandioca-de-mesa e mandioca-brava | | | | | | |
| Mulatinha | Muitos | Grande | Lagoa baixa | 20 | Farinha e ração animal (ou raspa) | Muito |
| Rasgadinho | Poucos | Pequeno | Margem do rio | Mais de 60 | Ração animal (mais frequente) e farinha (menos frequente) | Pouco |
| Lagoa-branca | Poucos | Pequeno | Açude | Mais de 20 | Farinha (mais frequente) e ração animal | Pouco |
| Lagoa-vermelha | Poucos | Pequeno | | Mais de 100 | Farinha (mais frequente) e ração animal | Pouco |
| Macaxeira-roxa | Poucos | Pequeno | Distrito Nilo Coelho (Petrolina, PE) | 15 | Alimentação humana e ração animal | Pouco |
| Macaxeira-branca | Poucos | Pequeno | Comunidade Serra Branca | 20 | Alimentação humana e ração animal | Pouco |
| Pipoquinha | Poucos | Pequeno | | 10 | Farinha e ração animal | Pouco |
| Branca | Muitos | Grande | | 60 | Farinha | Muito |
| Macaxeira-manteiga | Extinta | | | Mais de 100 | Alimentação humana | Extinta |
| Alpim | Extinta | | | Mais de 100 | Alimentação humana | Extinta |

Tabela 6. Continuação.

| Nome da variedade encontrada | Quantidade de agricultores que plantam | Tamanho da área | Origem da semente (local) | Tempo na comunidade (ano) | Uso | Frequência de troca entre agricultores |
|---------------------------------|--|-----------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|--|
| Canapu-grande | Muitos | Pequeno | Comunidade Malhador | Mais de 40 | Alimentação humana | Muito |
| Canapu-pequeno | Poucos | Pequeno | Comunidade Malhador | Mais de 40 | Alimentação humana | Muito |
| Paulistinha (resistente à seca) | Muitos | Pequeno | Áreas irrigadas | Mais de 20 | Alimentação humana | Muito |
| Sempre-verde-grande | Poucos | Pequeno | Comunidade Malhador | Mais de 20 | Alimentação humana | Pouco |
| Sempre-verde-pequeno | Poucos | Pequeno | Comunidade Malhador | Mais de 20 | Alimentação humana | Pouco |
| Azul | 1 pessoa | Pequeno | | Mais de 40 | Alimentação humana | Pouco |
| Rony | Poucos | Pequeno | Distrito Luiz Viana | 1 | Alimentação humana | Pouco |
| Rim-de-porco (ou Rasga-letra) | Poucos | Pequeno | | Mais de 40 | | Pouco |
| Barrigudinho | Extinto | | | | Milho | |
| Argentino | Poucos | Pequeno | | Mais de 40 | Ração animal | Pouco |

outras ferramentas/métodos, tais como a turnê guiada pelos roçados de mandioca ou os grupos focais temáticos.

O conjunto de informações e de ferramentas deve sempre instrumentalizar os agricultores para a tomada de decisão em relação aos próximos passos sobre as estratégias para fortalecer a conservação local.

Práticas participativas

A etapa de práticas participativas consiste na avaliação e aplicação de práticas que contribuem para o fortalecimento da conservação local. Com a análise coletiva e processual do diagnóstico da agrobiodiversidade e o amadurecimento das discussões na comunidade, pode-se usar um conjunto de práticas participativas. Essas práticas, por um lado, ampliam a mobilização social em torno da conservação local, gerando maior autonomia e empoderamento, e, por outro lado, ampliam a diversidade genética e a segurança das variedades locais. No entanto, ressalta-se que essas ferramentas podem ser aplicadas mesmo sem a realização prévia de um diagnóstico, a depender dos objetivos preconizados para o trabalho.

Serão apresentadas as seguintes práticas participativas para dinamização da conservação local, conforme De Boef et al. (2006): feiras da agrobiodiversidade, canteiros de diversidade e kits de diversidade.

Feiras da agrobiodiversidade

Nas feiras livres, tradicionais em todo o Nordeste brasileiro, são comercializados produtos locais, mas também podem ocorrer trocas de sementes ou produtos. Para fortalecer a conservação local e ampliar a diversidade cultivada, podem ser organizadas feiras específicas, chamadas feiras da agrobiodiversidade ou feiras de trocas de sementes, inclusive com premiações para os guardiões que conservam mais agrobiodiversidade.

Conforme Sthapit et al. (2006), as feiras permitem identificar áreas de alta diversidade, espécies ameaçadas de extinção, variedades locais, guardiões e conhecimentos tradicionais associados às variedades locais. São um espaço apropriado para gerar uma consciência pública sobre a importância de conservar a agrobiodiversidade e seu uso. Para pesquisadores e técnicos,

essas feiras são uma oportunidade de identificar guardiões e documentar as variedades locais com o conhecimento tradicional associado. Embora os autores citem, ainda, as diferentes etapas de organização de uma feira, evidentemente, não há uma receita, e as formas de organizar e de realizar variam conforme a realidade local.

Canteiros de diversidade

De acordo com Sthapit et al. (2006), um canteiro de diversidade é um canteiro experimental das variedades plantadas pelos agricultores locais, implantado nas comunidades e manejado por uma instituição local de pesquisa e desenvolvimento. Em um canteiro, além das variedades locais, podem ser implantadas variedades comerciais ou experimentais para fins de comparação.

São objetivos dos canteiros de diversidade:

- Comparar variedades locais entre si ou com outras variedades que sejam de interesse dos agricultores.
- Avaliar as características que distinguem uma variedade de outra fenotipicamente.
- Avaliar a consistência dos nomes locais dados às variedades pelos agricultores. Uma variedade pode ser a mesma com nomes diferentes ou vice-versa.
- Definir, com agricultores, uma lista de critérios para avaliar e selecionar variedades.
- Avaliar a diversidade existente entre as variedades locais (quantidades de variedades de uma mesma espécie, proporção de variedades crioulas frente às comerciais, etc.).
- Multiplicar as variedades locais para diferentes propósitos, conservação, uso ou troca.
- Repatriar variedades locais antigas conservadas em coleções institucionais.
- Promover a troca de sementes e de conhecimentos entre agricultores.

Kits de diversidade

Os kits de diversidade consistem na disponibilização de um conjunto de amostras de sementes de variedades locais atuais ou antigas e de interesse dos agricultores. Podem ser feitos com sementes colhidas nos canteiros de diversidade de variedades que estão na comunidade em baixa frequência (poucos agricultores conservam) ou de variedades tradicionais coletadas por instituições formais e conservadas em seus bancos de germoplasma.

O kit de diversidade é uma prática participativa com a ação direta dos agricultores, que podem contribuir na multiplicação e distribuição das sementes, e das instituições formais, que podem doar variedades tradicionais conservadas em seus bancos como acessos de germoplasma e facilitar/orientar o processo de distribuição e monitoramento.

O monitoramento é uma etapa importante dessa prática participativa. Não basta distribuir o kit de diversidade; é fundamental monitorar o que foi feito com ele: o que foi plantado, colhido, conservado, trocado com outros, o que foi doado a outros, com quem foi trocado, a quem foi doado, etc. Tais informações permitem que pesquisadores e técnicos entendam os fatores que afetam a tomada de decisões pelos agricultores, assim como permite analisar se está tendo efeito a realização da prática para a manutenção e o aumento da variabilidade genética na comunidade e/ou região (Sthapit et al., 2006).

Bancos ou casas comunitárias de sementes

A prática de o agricultor guardar suas próprias sementes é milenar. Normalmente, isso acontece na dimensão familiar e de maneira empírica. O banco comunitário de sementes surge como uma maneira de estender essa dimensão para a comunidade, de forma planejada e organizada, ampliando a diversidade total conservada, uma vez que as sementes que uma família não guarda podem ser do interesse de outra guardar. Embora a finalidade seja a mesma (conservar as variedades locais), a forma de realizar isso pode ser muito diversa.

É importante ter consciência de que a construção dos bancos ou casas comunitárias de sementes acontecerá de uma maneira peculiar em cada comunidade e conforme sua realidade. De modo geral, Sthapit et al. (2006) definem as seguintes etapas:

- A comunidade precisa perceber a erosão genética ou o risco de acontecer afetando suas variedades locais e entender a importância de conservá-las.
- A comunidade deve compor um comitê para planejar e implementar as atividades do banco e para fazer sua gestão. Também precisa definir papéis e responsabilidades dos diferentes membros do comitê.
- A comunidade deve definir as regras para a coleção de sementes, regeneração, controle de qualidade, acesso ao material genético e repartição de benefícios.
- Os materiais disponíveis localmente podem ser usados para construir o espaço de conservação das sementes, tornando-o mais sustentável.
- A coleção de sementes precisa ser montada conforme informações do registro comunitário da agrobiodiversidade, das feiras de diversidade, da rede de agricultores, dos familiares e/ou das comunidades vizinhas.
- A distribuição de sementes deve ser baseada em regras que priorizem os agricultores que não possuem sementes.
- Um canteiro de diversidade deve ser mantido em campo para demonstração, avaliação e multiplicação de sementes.
- Os agricultores devem ser capacitados nas diferentes etapas do processo de conservação.

A comunidade, de forma coletiva e amigável, deve tomar algumas decisões sobre a montagem e a gestão do banco, entre elas: origem das sementes a serem armazenadas; quantidade máxima a ser armazenada; quanto cada participante pode retirar; quanto cada participante deve devolver ao banco; e local onde será criado o banco.

O controle da qualidade das sementes é muito importante principalmente em relação às características físicas (sementes devem estar secas, limpas, bem formadas, inteiras e com bom aspecto), de pureza (sementes devolvidas devem ser da mesma variedade emprestada), de sanidade (sementes devem estar sem infestação de fungos e/ou insetos) e de germinação (deve ser realizado um teste).

As variedades também devem ser bem identificadas por meio de fichas, em que devem ser registradas, com o maior grau de detalhamento possível, as seguintes informações: localização no banco (em qual prateleira o pote está localizado); data (de qual safra são as sementes); condições de armazenamento (como armazená-las adequadamente); procedência das sementes (se é originária de devolução ou não); informações agronômicas (características gerais da planta, tipo de solo, clima, comportamento na seca, resistência a pragas, etc.); informações sobre o uso (origem e história da variedade, usos culinários, etc.); condições em que foi cultivada na última safra (tipo de solo, adubação, chuva, avaliação da colheita, etc.). Os recipientes que armazenam as sementes precisam estar bem identificados com informações contidas em etiquetas.

Outros aspectos importantes dizem respeito às condições de armazenamento, pois as sementes mantêm seu metabolismo; por isso, devem-se buscar condições que reduzam as atividades metabólicas, como controle da umidade e da temperatura. A umidade é um dos fatores essenciais na conservação, pois propicia a atividade respiratória e a ação de microrganismos, levando a perdas do poder germinativo e do vigor das sementes. Por isso, as sementes devem estar secas no ponto de umidade ideal para cada espécie, e as embalagens devem ser impermeáveis à umidade atmosférica, pois as sementes trocam água com o ambiente que as envolve. O mais recomendado é o uso de potes de vidro ou de polietileno grosso.

O local onde o banco estará construído deve ser seco e arejado, e deve-se impedir o contato direto das embalagens com o chão, pois podem receber umidade por meio do solo. Em relação à temperatura, sabe-se que as altas temperaturas ativam os processos metabólicos, acelerando a respiração e a atividade de microrganismos e de insetos. Se as sementes estiverem bem secas e bem embaladas, os efeitos das altas temperaturas serão menores. Os locais de armazenagem devem estar à sombra e bem arejados. O controle de temperatura exige a utilização de equipamentos elétricos, e, por isso, nem sempre é possível realizá-lo adequadamente.

Existem diferentes métodos alternativos para o tratamento preventivo das sementes contra pragas. Há relatos da aplicação de cinzas, pimenta e queima do oxigênio livre por meio de combustão. No Brasil, existem produtos comerciais registrados como inseticidas recomendados para o controle de pragas no armazenamento de sementes e de grãos na agricultura orgânica.

Registro comunitário da agrobiodiversidade

O registro comunitário da agrobiodiversidade (De Boef et al., 2006; Sthapit et al., 2006) é um método participativo que visa à organização de informações sobre os cultivos valiosos para as comunidades. Mediante o apontamento de uma série de informações mínimas de cada variedade crioula, gera-se um arcabouço importante para proteger o conhecimento associado a cada uma e a seus materiais genéticos contra a biopirataria. O registro ainda permite realizar trabalhos de bioprospecção e de monitoramento para prevenir a erosão genética. Além disso, fortalece as comunidades, pois proporciona um melhor conhecimento e entendimento sobre os recursos genéticos e seu valor. O registro deve responder, no mínimo, às seguintes questões da comunidade: “O que temos?”, “O que é mais valioso para nós?”, “Por que precisamos conservar?”, “Como usamos?”, “Como poderemos usar no futuro?”, “A quem pertencem os materiais e o conhecimento tradicional?”, “Como transmitimos o conhecimento tradicional de geração a geração?”.

O conjunto de dados mínimos a serem levantados é:

- Informação sobre a cultivar/espécie/variedade (nomes locais, étnicos e científicos).
- História da existência na comunidade (ano de introdução, lugar/ fonte original dos materiais e conhecimentos tradicionais).
- Natureza das espécies (anual, perene, de cobertura, etc.).
- Modo de reprodução (sementes, clones, rebentos, etc.).
- Extensão e distribuição da diversidade genética (rara, média, alta).
- Usos (consumo próprio, venda de excedentes, produção exclusiva para venda, alimentação animal e/ou humana, fitoterapia).
- Informações sobre as pessoas que possuem as sementes (endereço e fotografias digitais).

Algumas das informações acima são obtidas na fase de diagnóstico e outras, nas feiras e nos canteiros de diversidade (Subedi et al., 2006).

O registro comunitário da agrobiodiversidade possibilita identificar quantas e quais variedades locais são conservadas na comunidade, quais são os guardiões que as conservam e por quanto tempo, bem como sua

origem. Essa prática participativa é uma extensão da lista da agrobiodiversidade, pois permite detalhar e organizar as informações de cada variedade local conservada pelas famílias e pelos bancos comunitários de sementes. A Tabela 7 apresenta algumas informações geradas pela comunidade Tanque Novo com o uso da ferramenta registro comunitário da agrobiodiversidade.

Tabela 7. Cultivos, número total de agricultores-guardiões, número de diferentes variedades tradicionais locais ou crioulas (VLs) e porcentagem de VLs conservadas entre 10 e 30 anos e há mais de 30 anos na comunidade Tanque Novo (Casa Nova, BA).

| Cultivo | Número de agricultores-guardiões | Número de VLs | VLs conservadas (%) | |
|---|----------------------------------|---------------|---------------------|-----------------|
| | | | 10 a 30 anos | Mais de 30 anos |
| Abóbora (<i>Cucurbita</i> spp.) | 1 | 1 | 100 | 0 |
| Capim (diversas espécies) | 5 | 10 | 70 | 30 |
| Feijão (<i>Phaseolus</i> spp. e <i>Vigna</i> spp.) | 8 | 10 | 90 | 10 |
| Leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>) | 2 | 2 | 100 | 0 |
| Mandioca (<i>Manihot esculenta</i>) | 17 | 29 | 76 | 24 |
| Melancia (<i>Citrullus lanatus</i>) | 10 | 13 | 69 | 31 |
| Milho (<i>Zea mays</i>) | 4 | 5 | 60 | 40 |
| Palma-forrageira (<i>Opuntia</i> spp.) | 8 | 8 | 75 | 25 |

Ressalta-se que o registro comunitário da agrobiodiversidade é uma ferramenta de uso dos agricultores e, portanto, deve ter local e forma definidos por eles, facilitando a comunicação, entendimento, manuseio e atualizações. Enquanto há comunidades com acesso a equipamentos de informática e à internet, há outras sem. Nessas casos, o registro, que deve ser atualizado periodicamente, pode ser realizado num caderno, em folhas de papel organizadas numa pasta com folhas plásticas em forma de ata ou em cartazes. A decisão sobre a publicidade do registro comunitário da agrobiodiversidade é das comunidades.

É importante não confundir a ferramenta participativa registro comunitário da agrobiodiversidade com o Registro Nacional de Sementes e Mudas (Renasem) do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (Mapa). O Renasem é um sistema informatizado do Mapa cujo registro das variedades crioulas é dispensado, ficando esse procedimento a critério dos agricultores.

Considerações finais

As quatro etapas descritas (diagnóstico participativo da agrobiodiversidade, práticas participativas, bancos ou casas comunitárias de sementes e registro comunitário da agrobiodiversidade) interagem e se integram para instrumentalizar e empoderar comunidades de agricultores para fortalecerem seus sistemas de conservação local e seus modos de vida e para refletirem sobre suas práticas, seu patrimônio cultural, seu conhecimento e suas necessidades. Cada etapa aborda, com maior ênfase, um aspecto da conservação local, e todas elas operam para a segurança e autonomia das comunidades. A integração e complementaridade das ferramentas tornam o trabalho dinâmico e educativo, gerando informações fundamentais para a tomada de decisão e gestão da comunidade sobre a agrobiodiversidade e os sistemas onde é utilizada.

Os diagnósticos participativos da agrobiodiversidade realizados com as comunidades (aqui apresentados como exemplificações de ferramentas que propiciam reflexões comunitárias) indicam que a conservação local deve ser compreendida em um sentido mais amplo de valorização de modos de vida sustentáveis no Semiárido brasileiro. A agrobiodiversidade é um componente biológico/agronômico, tanto quanto um componente cultural dos agroecossistemas. Ela faz parte de sistemas de geração e transmissão de conhecimentos que permitem a reprodução social de diferentes categorias de agricultores familiares, povos indígenas e comunidades tradicionais.

Os sistemas agrários e agrícolas onde se conserva essa agrobiodiversidade devem ser estudados e valorizados como sistemas em coevolução na relação sociedade-natureza. Ao estudá-los, é preciso compreender a função que a agrobiodiversidade exerce no conjunto do agroecossistema

e o papel simbólico que lhe é atribuído. As variedades crioulas assumem papel estratégico para a agricultura familiar do Semiárido justamente por serem adaptadas ambiental e culturalmente a diversas condições muito específicas dessa região.

As pesquisas a respeito de e para a conservação local precisam ser intensificadas, pois muitas questões e necessidades ainda precisam ser respondidas. Cite-se como exemplo a qualidade e o armazenamento das sementes. Resta saber: Por quanto tempo as sementes se mantêm viáveis nas condições locais de conservação? Quais são os melhores recipientes para o armazenamento? Quais produtos naturais podem ser utilizados com eficiência no controle de pragas de armazenamento? Quais são os métodos simplificados e eficientes para avaliar a qualidade de sementes?

Também é fundamental integrar os sistemas de conservação local e conservação institucional (por exemplo, levando as variedades dos agricultores para serem conservadas em câmaras frias; reduz-se, assim, o risco de extinção e, caso ela ocorra, garante-se a possibilidade de reintrodução de variedades a partir de materiais provenientes da conservação institucional). Quando integrados, são exemplos tanto de tecnologia quanto de inovação social, pois permitem aproximar e fazer dialogar a realidade prática social com as informações geradas pela pesquisa, de modo a trocar e construir conjuntamente outros conhecimentos, práticas, processos e soluções de forma cíclica e inovadora.

A ampliação das pesquisas e políticas públicas com enfoque agroecológico e apropriadas à diversidade e especificidades da agricultura familiar contribuirão para promover a conservação local da agrobiodiversidade e o fortalecimento dos modos de vida sustentáveis. Pesquisas com foco em sistemas ecológicos de produção, controle natural de doenças e pragas, manejo ecológico do solo, entre outras, também são necessárias, já que a produção da agricultura familiar se dá predominantemente dentro de um contexto tradicional, com pouco uso de tecnologias e insumos.

Portanto, muitas pesquisas ainda são necessárias não só sobre a conservação local propriamente dita, mas também sobre os usos dos recursos da agrobiodiversidade, o que envolve desde programas de melhoramento participativo até a agregação de valor.

Referências

- ALBUQUERQUE, U. P.; LUCENA, R. F. P. de; CUNHA, L. V. F. C. da. **Métodos e técnicas na pesquisa etnobiológica e etnoecológica.** Recife: Nuppea, 2010. 559 p.
- ALTIERI, M. **Agroecologia:** bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. ed. São Paulo: Expressão Popular; Rio de Janeiro: AS-PTA. 2012. 400 p.
- ARAÚJO, C. de L.; AQUINO, D. A. L.; SENA, E. M. N. de; LIRA, I. C. S. A.; PASSOS, L. R. G.; SILVA, M. L.; FERREIRA, MAJ da F. Guardiões e variedades locais de hortaliças em comunidades rurais do semiárido brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 52., 2012, Salvador. **Anais...** Salvador: [s.n.], 2012.
- BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. (Org.). **Origin and evolution of cultivated plants.** Brasília, DF: Embrapa, 2012. 914 p.
- BRANDÃO, C. R.; STRECK, D. R. **Pesquisa participante:** a partilha do saber. Aparecida, SP: Ideias e Letras, 2006.
- BRASIL. Decreto nº 7.272, de 25 de agosto de 2010. Regulamenta a Lei no 11.346, de 15 de setembro de 2006, que cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional - SISAN com vistas a assegurar o direito humano à alimentação adequada, institui a Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional - PNSAN, estabelece os parâmetros para a elaboração do Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 ago. 2010.
- BRASIL. Decreto nº 7.747, de 5 de junho de 2012a. Institui a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas – PNGATI, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 6 jun. 2012.
- BRASIL. Decreto nº 7.794, de 20 de agosto de 2012b. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, ago. 2012.
- BRASIL. Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015. Lei da Biodiversidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 21 maio 2015.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Políticas Públicas para a Agricultura Familiar.** Brasília, DF, out. 2013. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/sites/sitemda/files/ceazinepdf/politicas_publicas_baixa.pdf>. Acesso em: 28 maio 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Glossário**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira/gloss%C3%A1rio>>. Acesso em: 20 maio 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Programa Nacional de Conservação da Biodiversidade **A Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB**. Brasília, DF, 2000. 30 p. (Biodiversidade, 2)

CARVALHO, N.; CANELA, F. M.; LEITE, P. H. S.; FERREIRA, M. A. J. da F.; OLIVEIRA, V. R.; SANTOS, M. F.; SOUZA, N. O. S.; BUSO, G. S. C. Analysis of genetic variability of commercial melon cultivars using SSR molecular markers. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, p. 1-8, 2017.

CUNHA, F. L. da. **Sementes da paixão e as políticas públicas de distribuição de sementes na Paraíba**. 2013. 184 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas, Seropédica.

DE BOEF, W. S.; THIJSSEN, M. T. **Ferramentas participativas no trabalho com cultivos, variedades e sementes. Um guia para profissionais que trabalham com abordagens participativas no manejo da agrobiodiversidade, no melhoramento de cultivos e no desenvolvimento do setor de sementes**. Wageningen: Wageningen International, 2007. 87 p.

DE BOEF, W. S.; THIJSSEN, M. T.; OGLIARI, J. B.; STHAPIT, B. R. **Manejo comunitário da agrobiodiversidade - Agricultores e biodiversidade: fortalecendo o manejo comunitário da biodiversidade**. Porto Alegre: L&PM, 2006.

DIAS, T. A. B.; ANTUNES, I.; PIOVEZAN, U.; FREITAS, F.; MACIEL, M.; BEVILAQUA, G. A. P.; SANTOS, N. R.; FEIJO, C. T. Brazil: gene banks, seed banks and local seed guardians. In: VERNOOY, R.; SHRESTHA, P.; STHAPIT, B. (Org.). **Community seed banks: origins, evolution and prospects**. York: Routledge; London: Earthscan, 2015. v. 1, p. 80-84.

DIAS, T. A. B.; FERREIRA, M. A. J. F.; BARBIERI, R. L.; TEIXEIRA, F. F.; AZEVEDO, S. G. Gene Banks that promote on-farm management through the reintroduction of local varieties in Brazil. In: DE BOEF, W. S.; SUBEDI, A.; PERONI, N.; THIJSSEN, M.; O'KEEFFE, E. (Org.). **Community biodiversity management: promoting resilience and the conservation of plant genetic resources**. London: Routledge, 2013. p. 91-95. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203130599>.

EMPERAIRE, L. A biodiversidade agrícola na Amazônia brasileira: recurso e patrimônio. **Revista do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional**, v. 32, p. 23-35, 2005.

FAO. **Globally Important Agricultural Heritage Systems.** Roma, 2002. Disponível em: <<http://www.fao.org/giahs/en/>>. Acesso em: 20 maio 2018.

FAO. Seed diversity of crops and varieties. In: DIVERSITY of experiences – understanding change in crop and seed diversity. Roma, 2004.

FAO. **Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.** Roma, 2009

FERREIRA, M. A. J. da F.; SENA, E. M. N.; ARAÚJO, C. de L.; AQUINO, D. A. L. de. Ferramentas participativas no manejo da agrobiodiversidade da comunidade Vereda do Mari (Sento Sé-BA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém. *Anais...* Brasília, DF: Embrapa, 2012.

FONSECA FERREIRA, M. A. J. da. Agrobiodiversidade em comunidades rurais do semiárido brasileiro - Diálogos de saberes: relatos da Embrapa. In: DIAS, T. A. B.; EDIT, J. S.; UDRY, C. (Org.). *Coleção Povos e Comunidades Tradicionais*. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. v. 2, p. 600-630.

FONSECA, M. A.; SILVA, A. F.; BIANCHINI, P. C. Ferramentas participativas para seleção de variedades com agricultores familiares. *Extramuros - Revista de Extensão da Univasp*, v. 5, p. 125-137, 2017.

FONSECA. M. A. Diagnóstico da agrobiodiversidade e de agricultores guardiões com ferramentas participativas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE RECURSOS GENÉTICOS, 4., 2016, Curitiba. *Anais...* Curitiba: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos. 2016.

IBGE. **Os indígenas no Censo Demográfico 2010 - primeiras considerações com base no quesito cor ou raça.** Rio de Janeiro, 2012.

LOPES, M. A.; FÁVERO, A. P.; FERREIRA, M. A. J. da F.; FALEIRO, F. G. **Curso internacional de pré-melhoramento de plantas.** Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 184 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 185).

LOPES, M. A.; FÁVERO, A. P.; FERREIRA, M. A. J. da F.; FALEIRO, F. G.; FOLLE, S. M.; GUIMARÃES, E. P. **Pré-melhoramento de Plantas:** estado da arte e experiências de sucesso. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 614 p.

MACHADO, R.; MELO, N. F.; FONSECA FERREIRA, M. A. J. da; QUEIROZ, M. A. A. Combining ability of forage watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citrifolius*) germplasm. *Revista Caatinga*, v. 30, p. 768-775, 2017.

MARTIN, G. **Ethnobotany**: a methods manual. London: [WWF], 2004. (Conservations Series. People and Plants).

NASS, L. L. **Recursos genéticos vegetais**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2007. 858 p.

NORDESTE sertanejo: a região semi-árida mais povoada do mundo. **Estudos Avançados**, v. 13, n. 36, p. 60-68, 1999. DOI: 10.1590/S0103-40141999000200003.

PASSOS, L. R. G.; ARAÚJO, C. de L.; SENA, E. M. N.; AQUINO, D. A. L. de; LIRA, I. C. S. A.; FERREIRA, M. A. J. da F.; SILVA, M. L. Levantamento e registro de variedades locais da comunidade Vereda do Mari em Sento Sé - BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012.

PRAGANA, V. **Levantamento da ASA comprova a rica diversidade das sementes do Semiárido**. 2016. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/noticias?artigo_id=9383>. Acesso em: 20 jun. 2017.

SENA, E. M. N.; ARAÚJO, C. de L.; AQUINO, D. A. L. de; LIRA, I. C. S. A.; PASSOS, L. R. G.; SILVA, M. L.; FERREIRA, M. A. J. da. Registro da agrobiodiversidade em comunidades rurais do semiárido brasileiro. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 7., 2012, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012. 1 CD-ROM.

SENA, E. M. N.; LIRA, I. C. S. A.; LANDIM, C. S.; SANTOS, D. S. S.; FERREIRA, MAJ da F. Diagnóstico da agrobiodiversidade na Comunidade Vereda do Mari em Sento Sé-BA. In: SIMPÓSIO DA REDE DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS DA BAHIA, 4., 2011, Juazeiro, BA. **Anais...** Juazeiro, BA: Universidade do Estado da Bahia, 2011.

SILVA, F. B. R. e; RICHE, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C. de; BRITO, L. T. de L.; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, A. B. da; ARAUJO FILHO, J. C. de; LEITE, A. P. **Zoneamento agroecológico do Nordeste**: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA; Recife: EMBRAPA-CNPS, 1993. 2 v. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 80).

SILVA, M. L.; AQUINO, D. A. L.; SENA, E. M. N.; LIRA, I. C. S. A.; SANTOS, D. S. S.; FERREIRA, M. A. J. da F. Agrobiodiversidade em três comunidades do semiárido brasileiro. In: SIMPÓSIO DA REDE DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS DA BAHIA, 4., 2011, Juazeiro, BA. **Anais...** Juazeiro, BA: Universidade do Estado da Bahia, 2011.

SILVA, M. L.; LIRA, I. C. S. A.; FERREIRA, M.A.J. da; CINTRA, E. L. Diagnósticos participativos sobre a agrobiodiversidade em quatro comunidades de Lagoa

Grande (PE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém. *Anais...* Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012.

STHAPIT, B.; SUBEDI, A.; GAUTAM, R. Ferramentas práticas que estimulam o manejo comunitário da agrobiodiversidade. In: DE BOEF, W. S.; THIJSSEN, M. T.; OGLIARI, J. B.; STHAPIT, B. **Agricultores e biodiversidade:** fortalecendo manejo comunitário de biodiversidade. Porto Alegre: L&PM, 2006. p. 136-153.

SUBEDI, A. P.; SHRESTHA, P. K.; SHRESTHA, R.; GAUTAM, M. P.; UPADHYAY, R.; RANA, P.; EYZAGUIRRE, E.; STHAPIT, B. Manejo comunitário da agrobiodiversidade. In: DE BOEF, W. S.; THIJSSEN, M. T.; OGLIARI, J. B.; STHAPIT, B. **Agricultores e biodiversidade:** fortalecendo manejo comunitário de biodiversidade. Porto Alegre: L&PM, 2006. p. 136-153.

Capítulo 5

Máquinas, implementos e equipamentos utilizados na agricultura familiar

*José Barbosa dos Anjos
Roseli Freire de Melo*

As características edafoclimáticas e hidrológicas da região semiárida do Nordeste do Brasil são semelhantes às de outras regiões semiáridas do mundo, apresentando, de forma constante, curtos períodos de chuvas intercalados com longos períodos de estiagens (conhecidos por "veranicos"). A precipitação que caracteriza o clima semiárido está na faixa de 200 mm a 800 mm anuais (Brasil, 2005) distribuídos durante 3 a 5 meses, com elevadas taxas de evapotranspiração (em média, 2.000 mm por ano); isso proporciona deficit de umidade no solo durante a maioria dos meses.

Nessa região do Brasil, a maioria dos agricultores familiares explora uma agricultura dependente de chuva, que, há muito tempo, vem sofrendo com perdas de produtividade devido à ausência de chuvas e/ou chuvas insuficientes e ao manejo inadequado do solo e da água. Considerando essas características, as máquinas, implementos e equipamentos a serem usados devem ter tecnologia desenvolvida e/ou adaptada aos diferentes sistemas de cultivos na região, permitindo a renovação de pastagens degradadas e o consórcio de culturas alimentares (para alimentação humana) e/ou oleaginosas (para matérias-primas para a matriz energética), entre outras práticas.

Máquinas, implementos e equipamentos vêm sendo bastante procurados por agricultores familiares para auxiliar nas atividades do campo e potencializar a produção de alimentos, pois a disponibilidade de mão de obra no campo está, a cada dia, mais limitada. Para a aquisição dessas máquinas e equipamentos, os agricultores familiares contam, atualmente, com algumas linhas de crédito muito atrativas e vantajosas em programas como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf). Porém, a compra deve ser planejada, isto é, precedida de um projeto elaborado por técnico considerando: o tamanho da área; os cultivos a serem desenvolvidos em função do mercado; o dimensionamento da potência e da configuração das máquinas em função das áreas a cultivar e das operações a realizar, dentre outros fatores.

O custo de o agricultor adquirir individualmente algumas máquinas pode ser financeiramente inviável por ser muito alto, principalmente no caso das de uso anual reduzido, cujo valor da hora-máquina ficaria substancialmente muito elevado. Por isso, destaca-se a importância fundamental de os produtores pensarem e agirem em grupo, isto é, por meio de associações e cooperativas, para viabilizar a aquisição coletiva não só de máquinas e equipamentos, mas também de insumos e serviços. Essa união também possibilita a formação de escala, facilitando a comercialização da produção. Dessa forma, a mecanização agrícola terá viabilidade e poderá ser adotada amplamente pela agricultura familiar, melhorando a renda e a qualidade de vida no campo.

Implantação de culturas com cultivo mínimo

O cultivo mínimo (também conhecido por “cultivo reduzido”) refere-se à redução de uma ou mais operações do preparo do solo no sistema convencional. Na agricultura familiar, o método tradicional de cultivo mínimo (utilizando a enxada manual com semeadura em covas) dá origem a uma pequena depressão, capaz de armazenar certa quantidade de água de chuva. Apesar de ser um sistema aparentemente pouco agressivo ao meio ambiente, esse método manual resulta em solo com superfície ligeiramente compactada (por não ter sido foi preparado/arado anteriormente), o que dificulta a infiltração da água e facilita o escoamento superficial. Esse processo contribui para aumentar as perdas de solo por

erosão, exigindo que técnicas especiais de preparo de solo sejam implantadas visando à captação *in situ*, como sulco barrado, plantio em covas, camalhões, entre outras (Anjos; Brito, 1999b; Anjos et al., 2007). Em estudos realizados em dois sistemas de cultivo (solo não mobilizado e solo arado à tração animal), o milho (*Zea mays*) e o feijão-caipi (*Vigna unguiculata*) se desenvolveram menos no solo não mobilizado devido à menor infiltração de água no solo. No Semiárido, em áreas dependentes de chuva, é comum a implantação de culturas com a mínima mobilização de solo em função da necessidade de agilizar o preparo do solo após as chuvas, o que leva o produtor a lançar mão do artifício de preparar somente a linha de plantio utilizando equipamentos à tração animal. Quando a cultura se estabelece, efetua-se a capina das plantas espontâneas nas entrelinhas.

O cultivo mínimo com mínima mobilização do solo (sulcando o solo apenas na linha de plantio) vem sendo adotado com o uso de tração animal por pequenos produtores rurais do Semiárido de vários estados do Nordeste como alternativa para a melhoria do processo produtivo (Figura 1). Para tanto, o arado é modificado, trocando-se a lâmina de corte convencional por uma haste metálica de 5 cm de largura. A profundidade de sulcagem (de aproximadamente de 20 cm) tem a finalidade de formar uma leira de terra fofa (para facilitar o plantio, a germinação das sementes e a emergência das plântulas) e um sulco (para maior retenção de água). As principais vantagens desse sistema de manejo e preparo do solo, considerado ecológica e economicamente viável, são a redução do potencial de erosão por auxiliar na infiltração e retenção de água no solo e a manutenção do mato na superfície das faixas de solo não mecanizada, interferindo menos no seu equilíbrio biológico.



Fotos: José Barbosa dos Anjos

Figura 1. Preparo do solo com cultivo mínimo usando sulcador à tração animal (A e B) e capina nas entrelinhas de cultivo para controle de mato após a emergência das plantas (C).

Como a criação de bovinos e equinos está presente em quase todas as propriedades rurais familiares do Semiárido, é possível adotar essa técnica com tração animal, o que viabiliza a agricultura com redução dos custos de produção e preservação da vida dos solos, especialmente porque parte considerável da agricultura familiar está instalada em solos com elevado risco de erosão hídrica. Por isso, sua adoção nas condições do Semiárido contribuirá para impulsionar a produção de alimentos, tornando-a tão sustentável quanto a de outras regiões brasileiras.

Semeadura direta

A expressão “semeadura direta” é entendida como o ato de depositar sementes ou parte de plantas em solo sem mobilizações intensas (tradicionalmente promovidas por araçãoes, escarificações e gradagens). A semeadura pode ser efetuada com equipamentos manuais (Figura 2) ou com equipamentos à tração animal ou motorizados, segundo Anjos (2001).

Fotos: José Barbosa dos Anjos



Figura 2. Semeadora manual (A) e detalhe de distribuidor de semente (B) utilizados para semeadura direta.

A semeadura direta, no Semiárido, ocorre em áreas desbravadas ou queimadas e em morros cujo preparo do solo é dificultado pelo relevo acentuado.

Mecanização e motorização

O preparo periódico do solo recomendado para a região semiárida seria a aração com tração animal (com arados de aiveca e cultivadores) ou motomecanizada (com arados reversíveis de discos). No entanto, os agricultores normalmente dão preferência ao uso de grades aradoras devido à sua largura de corte e à consequentemente maior área trabalhada, o que contribui para a degradação dos solos, que sofrem os efeitos da compactação e se tornam mais vulneráveis às perdas de solos por erosão. A compactação ocorre principalmente devido ao tráfego de máquinas, que causa o adensamento nas camadas do perfil do solo pela compressão aplicada à superfície do terreno quando do deslocamento do trator. Isso produz uma deformação na estrutura do solo e, às vezes, promove o movimento das partículas que o compõem.

Depois do preparo do solo, são utilizadas para o plantio semeadoras manuais com auxílio de matraca ou tração animal (Figura 3) e/ou motomecanizada.



Figura 3. Semeadora e adubadora manual (A) e semeadora à tração animal (B).

A semeadura simultânea ao preparo de solo se faz com o acoplamento de uma semeadora com ou sem adubadora sobre o arado. Essa

prática reduz o tráfego de máquinas na área de plantio, o custo de implantação dos cultivos e a demanda por tratores.

Sistemas de captação de água de chuva in situ

A captação de água de chuva in situ é uma maneira de preparar o solo para o plantio de culturas – principalmente anuais, como milho, feijão e mandioca (*Manihot esculenta*) – exploradas em condições dependentes de chuva.

A instalação de cultivos utilizando técnicas de captação de água de chuva in situ depende de uma série de fatores relacionados com tamanho da área a ser cultivada, topografia do terreno, condições pluviométricas, regime histórico de chuvas, época de plantio, tipo de cultura (temporária ou perene), disponibilidade de equipamentos, mão de obra e tempo para executar as operações. Esses requisitos devem estar associados à parte econômica, a fim de viabilizar o investimento.

Os sistemas de preparo de solo com captação de água de chuva in situ são uma alternativa para o melhor aproveitamento da água de chuva com efeito direto na produtividade das culturas. Podem ser adotados com implementos de tração animal, ou de tração motorizada (Bertaux et al., 1986; Anjos et al., 1997) dependendo do tipo de preparo do solo que será realizado na área.

Aração em faixas com tração animal

A aração em faixas com arados à tração animal tem por objetivo preparar o solo para a semeadura. Também pode ser associada à captação de água de chuva em cultivos de sequeiro e à exploração de vazantes (Anjos et al., 1993; Mendonça et al., 2006). Trata-se de uma prática eficiente e de baixo custo de implantação no Semiárido brasileiro e que utiliza equipamentos simples e já disponíveis na maioria das pequenas propriedades rurais. Essa prática de aração dá origem à formação de sulcos (lateral ou muralha e base ou soleira) e camalhões (leiva) e ao espaço entre o sulco e a leiva local onde deve ser realizada a capina (Figura 4).

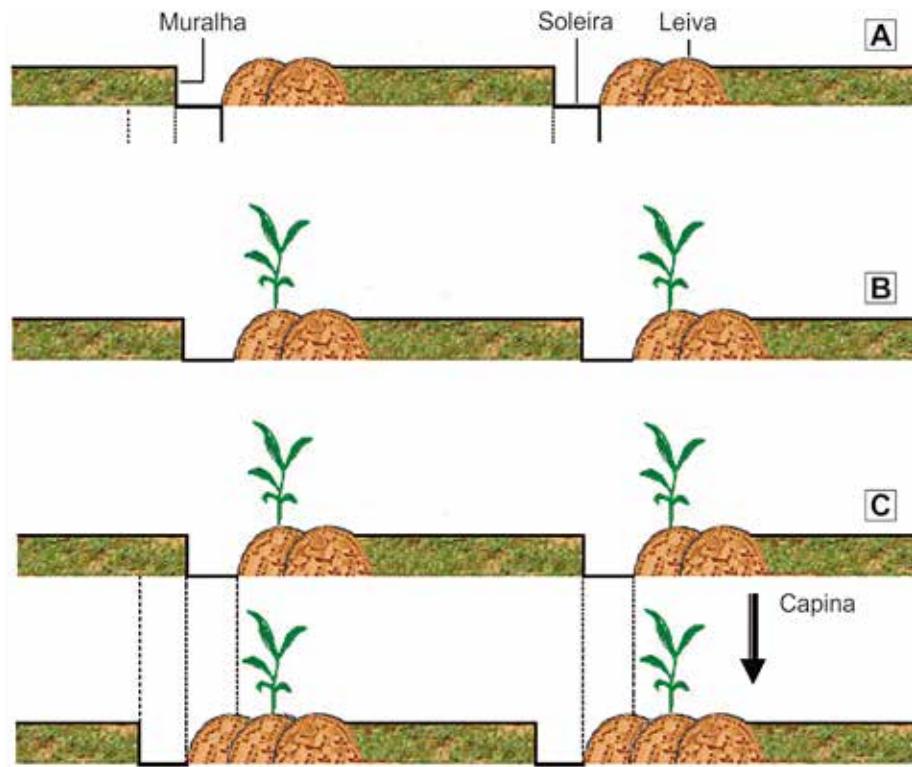


Figura 4. Esquema de preparo de solo por aração em faixa utilizando arado de aiveca reversível à tração animal associado à captação de água da chuva in situ (A), sistema com cultura (B) e demonstração para efetuar a capina (C).

Desenhos: José Barbosa dos Anjos.

Sulcos barrados

Sulcos barrados são sulcos com várias interceptações ou pequenas barragens, que visam reduzir a velocidade de escoamento da água de chuva e aumentar sua infiltração no solo. Essas pequenas barragens são construídas com o equipamento “barrador de sulcos” antes ou depois da semeadura usando tração animal bovina (Anjos, 1999; Anjos; Brito, 1999a; Brito et al., 2008, 2012; Brito; Anjos, 2013) (Figura 5). Os sistemas de cultivos com sulcos barrados podem ser instalados solteiros ou consorciados.

Fotos: Luiza de Brito

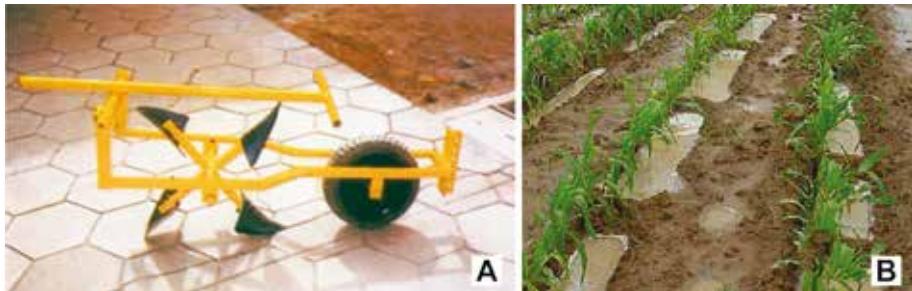


Figura 5. Barrador de sulcos (A) e barramento de sulcos em plantio de milho (*Zea mays*) (B).

Aração em faixas com sulcos profundos e camalhões elevados

A aração em faixas, que resulta em sulcos profundos e camalhões elevados, efetuada durante a operação de preparo de solo com arados de discos ou sulcadores de discos, permite a captação de água de chuva no local de cultivo (Figura 6).

Fotos: José Barbosa dos Anjos (A), B) e Elder Manuel Moura Rocha (C)

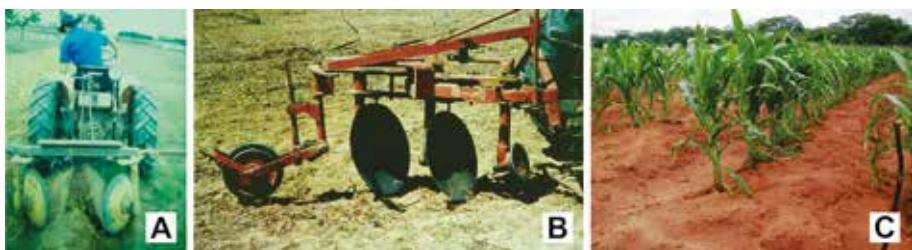


Figura 6. Sulcador de discos adaptado para formação de sulcos e camalhões (A), arado adaptado para efetuar preparo de solo com aração em faixas (B) e sistema de cultivo de milho (*Zea mays*) em camalhões (C).

O preparo de solo com aração em faixas é conhecido também por “método Guimarães Duque”; recebeu esse nome em homenagem ao seu idealizador e grande estudioso dos problemas da seca no Nordeste brasileiro (Anjos; Brito, 1999a).

Na aração em faixas, recomenda-se retirar o disco mais próximo dos pneus traseiros do trator. Cada faixa, que é composta de um sulco largo e profundo seguido de um camalhão largo e elevado (parte arada), é

preparada com uma passagem do implemento (arado). A seguir, repete-se a aração da faixa subsequente e assim sucessivamente até preparar toda a área destinada ao plantio.

Cultivos de vazante

A agricultura de vazante consiste em cultivar nas bordas de áreas represadas sob declive suave à medida que a água vai baixando. A técnica de cultivo tradicional de vazante é bastante antiga e conhecida pelos agricultores da região.

Parte dessas áreas do Semiárido é ocupada por milhares de açudes construídos para armazenar água durante a estação de chuvas. No fim dessa estação, os açudes vão secando pela elevada evaporação (devido à exposição da água ao sol e vento) e possivelmente pela infiltração e/ou pelo uso da água para os mais diversos fins. Então, nos solos úmidos das margens dessas barragens e açudes descobertos pela água, os produtores podem se instalar para aumentar a produção de alimentos para as famílias e para o rebanho por meio de forragem. Assim, no cultivo de vazante, a cultura utiliza apenas a água já presente no solo.

Os cultivos podem ser realizados em todo período seco utilizando implementos à tração animal (como arado reversível, cultivador com cinco enxadas, sulcador) ou adaptados pelos próprios agricultores, podendo ser manuais (para abrir covas com auxílio de enxadas). Nessas áreas, podem ser explorados diversos tipos de cultivo, como sorgo (*Sorghum bicolor*) (Figura 7), feijão, milho, batata-doce (*Ipomoea batatas*), capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), entre outros.



Foto: Rosei Freire de Melo

Figura 7. Detalhe do cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor*) em vazante (A) e preparo do solo com tração animal (B) na comunidade de Pau Ferro, município de Petrolina, PE.

Esse sistema é, sem dúvida, uma alternativa viável para a produção de alimentos pela agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido. Além do aproveitamento de água dos açudes para cultivo em vazante, os agricultores familiares também podem utilizar a água para irrigação a montante e a jusante das barragens. Por isso, profissionais de instituições públicas e/ou privadas devem unir forças para incentivar o uso dessas áreas na instalação de sistemas produtivos no Semiárido visando contribuir significativamente para a segurança alimentar das famílias.

Implantação de culturas

Existem vários modelos de semeadoras manuais, conhecidas vulgarmente por “matracas”, “tico-tico”, “perna de grilo”, entre outras denominações. Matracas especiais normalmente são fabricadas para atender demandas específicas; é o caso da plantação de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum*) com línter, que, com pequeno ajuste, se adapta muito bem para a semeadura de capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) em covas (Anjos et al., 1983).

Já a matraca dupla é um equipamento dotado de dois depósitos (um para sementes e outro para adubo) que efetua a semeadura e a adubação ao mesmo tempo. O mecanismo que distribui fertilizante pode ser utilizado para distribuir sementes de melancia-forrageira (*Citrullus lanatus* var. *citroides*), bem como para implantar cultivos em consórcio de milho e feijão-fava (*Phaseolus lunatus*). Nesse caso, colocam-se as sementes de milho no depósito de sementes e as de fava (leguminosa) no depósito de fertilizantes. Assim, a matraca dupla atende perfeitamente à prática desse tipo de consórcio, muito comum nas regiões de Agreste (Figura 8).

Outras alternativas

Algumas máquinas e equipamentos de outras áreas podem ser adaptadas para outros usos na agropecuária. A máquina trituradora de palma-forrageira (*Opuntia ficus indica*) pode ser utilizada para triturar melancia-forrageira. As máquinas destinadas ao corte de raízes (de mandioca e batata-doce) para produção de raspas também servem para triturar melancia-forrageira. O triturador de forragens (máquina forrageira) pode ser

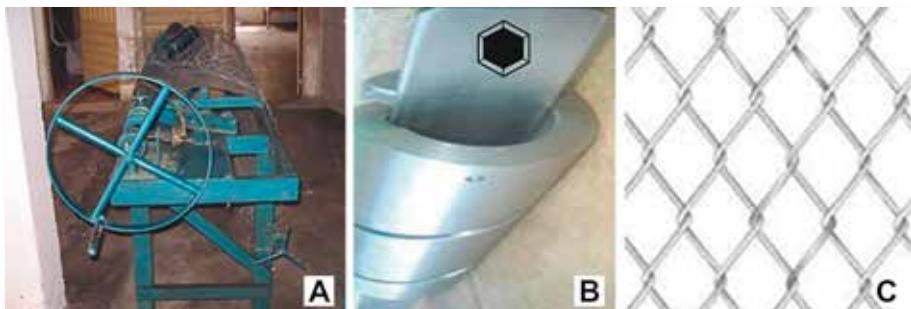


Fotos: José Barbosa dos Anjos

Figura 8. Consórcio de feijão-fava (*Phaseolus lunatus*) e milho (*Zea mays*) utilizando semeador com depósito conjugado.

adaptado para fazer raspas de mandioca e/ou batata-doce, desde que se substituam as lâminas originais (retas) por lâminas onduladas (Anjos et al., 2004).

Uma alternativa para contenção de pequenos animais é o uso das telas do tipo alambrado, que podem ser fabricadas diretamente na propriedade rural, o que reduz os custos de construção de cercas (Figura 9).



Fotos: José Barbosa dos Anjos

Figura 9. Máquina para fazer tela de arame liso (A), mecanismo para formação da tela (B) e tela de arame tipo alambrado (C).

A colheita de sementes de capim-buffel pode ser efetuada com equipamentos manuais em áreas pequenas, a exemplo do que ocorre na agricultura dependente de chuvas (Oliveira et al., 1983). Em áreas extensas, pode-se utilizar colhedoras automotrices para grãos, desde que sejam adaptadas (Anjos et al., 2002).

As polvilhadeiras de defensivos à base de pós secos acionadas manualmente e/ou motorizadas podem auxiliar na semeadura a lanço de sementes de gramíneas para a formação de pastagens dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*.

As semeadoras equipadas com mecanismo distribuidor para sementes de algodão com línter podem ser adaptadas à semeadura de capim-buffel (Anjos; Pires 1996; Anjos, 1999) e de capim-andropogon (*Andropogon gayanus*).

A conservação de forragens na forma de silagem em pequenas quantidades pode ser efetuada com a utilização de fôrmas metálicas circulares ou retangulares, conforme disponibilidade na região (mais detalhes no Capítulo 7, intitulado Alternativas Alimentares para os Rebanhos).

Considerações finais

O uso de máquinas, implementos e equipamentos na agricultura familiar no Semiárido nordestino ainda tem sido bastante limitado devido à baixa disponibilidade de recursos e informações. Para incentivar o uso dessas ferramentas, é preciso oferecer assistência técnica e linhas de créditos compatíveis com a renda dos agricultores familiares. O uso desses equipamentos e de animais (muitas vezes disponíveis na propriedade) como fonte de potência e de tecnologias de captação de água de chuvas é alternativa auxiliar para o desenvolvimento da agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido.

Referências

- ANJOS, J. B. dos. **Semeadora manual para plantio direto de milho e feijão.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. (Comunicado técnico, 109).
- ANJOS, J. B. dos. **Sistemas de semeadura mecanizada de capim-buffel.** Petrolina: Embrapa-Semi-Árido, 1999. (Embrapa-Semi-Árido. Instruções técnicas, 14).
- ANJOS, J. B. dos; BRITO, L. T. de L. **Aração em faixas viabiliza cultivos de melancia nas áreas de sequeiro.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 1999a. (Embrapa Semi-Árido. Instruções técnicas, 11).

ANJOS, J. B. dos; BRITO, L. T. de L. **Sistema de cultivo em camalhões com sulcos barrados.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 1999b. (Embrapa Semi-Árido. Instruções técnicas, 10).

ANJOS, J. B. dos; BRITO, L. T. de L.; SILVA, M. S. L. da. **Métodos de captação de água de chuva in situ e irrigação.** Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1997. 16 p. Apostila do Curso de Captação sobre Manejo e Melhoramento do Solo com Ênfase em Métodos de Preparo Efetivo do Solo, 1997, Ibadan, Nigéria.

ANJOS, J. B. dos; CAVALCANTI, N. de B.; BRITO, L. T. de L.; SILVA, M. S. L. da. Captação “in situ”: água de chuva para produção de alimentos. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. p. 141-155.

ANJOS, J. B. dos; LOPES, P. R. C.; SILVA, M. S. L. da. **Preparo de solo em vazantes.** Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1993. 4 p. (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado técnico, 52).

ANJOS, J. B. dos; PAIVA, L. E.; PEIXOTO J. M. Adaptação em colhedora automotriz para colheita mecanizada de sementes de capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31., 2002, Salvador. [Anais...] Salvador: Conbea, 2002.

ANJOS, J. B. dos; PIRES, E. L. **Adaptação e avaliação de uma semeadora com tração motora para capim-buffel.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 1996. 7 p. (Embrapa Semi-Árido. Comunicado técnico, 66).

ANJOS, J. B. dos; SILVA, A. F.; ARAUJO, G. G. L. de. **Adaptação de máquinas forrageiras para produção de raspas de mandioca.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. 3 p. (Embrapa Semi-Árido. Comunicado técnico, 118).

ANJOS, J. B. dos; SOARES, J. M.; BARON, V. **Adaptação de plantadeira manual para plantio de sementes de capim-buffel.** Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1983. 5 p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 21).

BERTAUX, S.; BARON, V.; ANJOS, J. B. dos. **Arado de duas aivecas a tração animal.** Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1986. 8 p. (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado técnico, 17).

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Portaria Interministerial nº 1, de 9 de março de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 mar. 2005. Disponível em: <<https://www.diariodasseis.com.br/busca/exibalink.php?numlink=1-85-31-2005-03-09-1>>. Acesso em: 20 maio 2019.

BRITO, L. T. de L.; ANJOS, J. B. dos. **Captação in situ:** água para a produção de alimentos. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2013. (Embrapa Semiárido. Instruções técnicas, 109).

BRITO, L. T. de L.; CAVALCANTI, N. de B.; ANJOS, J. B. dos; PEREIRA, L. A. **Perdas de água e solo em sistemas de captação de água de chuva in situ.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012. 35 p. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 95).

BRITO, L. T. L; CAVALCANTI, N. B.; ANJOS, J. B. dos; SILVA, A. de S.; PEREIRA, L. A. Perdas de solo e de água em diferentes sistemas de captação in situ no semi-árido brasileiro. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 3, p. 507-515, jul./set. 2008.

MENDONÇA, C. E. S.; SILVA, M. S. L. da; ANJOS, J. B. dos; ROCHA, J. C. da; MELLO, A. C. P.; XENOFONTE, G. H. S.; ARAÚJO, J. A. de. Barragem subterrânea uma alternativa para o Semiárido do Nordeste do Brasil. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 1., 2006, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2006.

OLIVEIRA, M. C. de; ANJOS, J. B. dos; BERNARDINO, F. A. **Colhedeira manual de sementes de capim-buffel.** Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1983. 7 p. (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado técnico, 11).

Capítulo 6

Água para o fortalecimento dos sistemas agrícolas dependentes de chuva

*Roseli Freire de Melo
Welson Lima Simões
Lúcio Alberto Pereira
Luiza Teixeira de Lima Brito
Elvis Pantaleão Ferreira
Luciano Cordoval de Barros
Paulo Eduardo de Aquino Ribeiro*

No Semiárido brasileiro, a maioria dos agricultores familiares exploram uma agricultura em condições de dependência de chuva, que, devido à sua irregularidade, tem provocado perdas de safra. Essas perdas podem se acentuar por causa da ausência de tecnologias de tratamento de águas subterrâneas, de captação e armazenamento de água de chuva e do manejo inadequado do solo (como ausência de cobertura do solo e de adubação orgânica). Estudos realizados pela Embrapa Semiárido, em parceria com outras instituições, têm ressaltado a necessidade e a importância dessas tecnologias para aumentar a disponibilidade de água para a lavoura, principalmente no período de estiagem (Costa et al., 2002; Silva et al., 2007a; Melo et al., 2009, 2016), o que reduz os riscos de perda da lavoura, seja pelo aproveitamento da água diretamente na ocasião do plantio e/ou no período de

veranico entre as chuvas, seja na manutenção de pomares e hortas domésticas no período seco.

Devido às secas prolongadas nos últimos anos no Semiárido, tem-se observado que a quantidade de tecnologias de tratamento de águas subterrâneas e de captação e armazenamento de água de chuva implantadas aumentou, principalmente com o fomento de programas governamentais, a exemplo do Programa Uma Terra e Duas Águas e do Plano Brasil Sem Miséria, ambos do Ministério do Desenvolvimento Social.

Diante dos cenários das mudanças climáticas, sinalizados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC), sabe-se que a população do Nordeste, principalmente do Semiárido, sofrerá consequências negativas especialmente na atividade agrícola (Metz et al., 2007). Portanto, devem-se intensificar ainda mais os programas que incentivam o tratamento adequado de águas subterrâneas e a captação e o armazenamento de água de chuva com o objetivo de minimizar os impactos da seca e, consequentemente, reduzir os riscos de perdas de safras. Para a promoção e o uso adequado dessas tecnologias, também é de fundamental importância a sensibilização dos gestores (de órgãos especializados, de empresas públicas e/ou privadas), dos agentes financiadores e das organizações não governamentais (ONGs) quanto a sua importância para a produção de alimentos e para a segurança alimentar das famílias.

Neste capítulo, será apresentada uma caracterização das tecnologias hídricas que são utilizadas para o fortalecimento dos sistemas agrícolas dependentes de chuva, dentre as quais se destacam o aproveitamento de água salina, a cisterna de produção, o sistema barraginha, a barragem subterrânea e o uso de água de açudes.

Uso de água salina

O cultivo irrigado no Semiárido brasileiro se torna cada vez mais complexo em virtude da baixa disponibilidade de água proporcionada pela irregularidade do regime de precipitação no tempo e no espaço. Entre as pequenas fontes de água disponíveis para os produtores, destacam-se os lençóis freáticos, apesar de apresentarem baixa qualidade para irrigação em grande parte da região e de serem alcançados por poços artesianos que, muitas vezes, apresentam baixa vazão (IBGE, 2013).

A baixa qualidade se deve ao fato de que a maior parte das águas subterrâneas do Nordeste brasileiro apresenta elevada concentração de sais, o que indisponibiliza o seu uso para o cultivo irrigado de muitas culturas tradicionais nas pequenas propriedades da região. Entretanto, é de poços perfurados nessas condições que um grande número de famílias retira a água para beber e manter as atividades agrícolas (Dias et al., 2012).

O uso de água com elevados teores de sais na irrigação deve ser feito observando-se alguns critérios técnicos, que são fundamentais para um bom manejo. A verificação da tolerância da cultura à salinidade do solo é um dos critérios básicos, uma vez que os sais tendem a dificultar a absorção de água pelas raízes, causando deficiência hídrica. Além disso, ao serem absorvidos pelas plantas, os sais podem provocar queima e ondulação das folhas, redução no seu crescimento e até morte das plantas. Outro critério é a desagregação da estrutura do solo, que ocorre quando se tem excesso de sódio (Na^+) na solução (o que se chama de sodicidade). Assim, deve-se destacar que a produção da cultura é afetada negativamente pelo aumento da salinidade e da sodicidade do solo, conforme descrito por Bernardo et al. (2006), pois o teor de sais acima do nível de tolerância da cultura e a desestruturação dos agregados do solo pelo elevado teor de sódio interferem na infiltração de água e, consequentemente, no manejo da irrigação.

Outro importante critério a ser observado no uso da irrigação com água salina é o manejo do solo. Quando inadequado, além de contribuir diretamente para o acréscimo da concentração dos sais no solo, pode provocar a elevação do nível do lençol freático e, em consequência, a ascensão capilar, culminando com o excesso de água e sais na zona radicular (Bernardo et al., 2006).

Nesse contexto, o uso da irrigação com água de baixa qualidade pelos agricultores familiares deve ser preferencialmente acompanhada por um agrônomo ou técnico para indicar e monitorar as práticas de seu manejo.

Manejo da irrigação com água salina

O uso inadequado da irrigação com água salina pode causar danos econômicos, sociais e ambientais. Entre eles, estão os problemas irreversíveis de salinização no solo, que o tornam improdutivo. O elevado custo de sua recuperação pode resultar no abandono de terras, uma realidade

já vivida no Semiárido brasileiro. Assim, o manejo integrado do sistema solo-água-planta torna-se ferramenta fundamental para evitar tal cenário e, portanto, incrementar a produtividade dos cultivos dentro de padrões de uma agricultura irrigada sustentável.

Em condições de solo e água com baixo nível de salinidade, o manejo da irrigação fundamenta-se em manter a umidade do solo até a profundidade efetiva do sistema radicular considerando a capacidade de campo (CC), condição essa que se refere à máxima capacidade de água que o solo consegue reter (Bernardo et al., 2006). Na prática, faz-se a determinação da umidade do solo antes da irrigação e aplica-se a quantidade necessária para que o solo atinja a CC (que deve ser previamente determinada por análises em laboratório).

Um método de manejo simples, barato e prático, que determina a umidade do solo de forma indireta, é o uso de aparelhos com sensores de umidade, como o tensiômetro e o Irrigas, sensor de umidade do solo desenvolvido pela Embrapa. Os aparelhos são compostos de cápsulas porosas (semelhantes às velas de filtro de água), que interagem com a umidade do solo. Na prática, o tensiômetro fornece a tensão da água no solo de forma numérica, e o Irrigas permite a observação da flutuação ou não de uma bola plástica. Com o auxílio da curva de retenção de água no solo, esses dados fornecem o valor de umidade atual do solo.

O uso de dados climáticos disponibilizados por estações meteorológicas instaladas até uma distância máxima de 40 km (estimativa válida para áreas planas, sem condicionantes de microclimas diferenciados) é outra forma de manejo da irrigação, mediante a qual se determina a quantidade de água evapotranspirada pela cultura (ET_c) entre a última irrigação e o momento da próxima irrigação. Nesse caso, utilizam-se os parâmetros climáticos da evapotranspiração de referência (ETo) e do coeficiente da cultura (K_c) para estimar a ET_c , sendo que o K_c apresenta valores diferenciados para cada um dos estádios fenológicos de cada cultura:

$$ET_c = ETo \times K_c$$

Já em condições de água com alto nível de salinidade, uma alternativa para o manejo da irrigação seria o uso de lâminas de lixiviação, que consistem na aplicação de um volume de água superior ao que as plantas necessitam. O intuito é manter a condutividade elétrica (concentração de

sais) do solo dentro do limite exigido pelas culturas escolhidas sem prejudicar seu desenvolvimento, conforme classificação disponibilizada por Ayers e Westcot (1999) e Bernardo et al. (2006). Essa quantidade adicional de água que percola para baixo da zona radicular e remove parte dos sais acumulados se torna um fator básico no controle dos sais solúveis aplicados via água de irrigação. Na prática, o produtor deve manejear a irrigação de forma frequente para evitar o translocamento dos sais disponíveis no perfil do solo para o interior do bulbo molhado, local onde o sistema radicular da planta se encontra.

Essa fração de lixiviação dependerá das características físico-químicas do solo, da cultura e dos efeitos econômicos e ambientais desejados. Trabalhos realizados com as culturas da beterraba (*Beta vulgaris L.*), do sorgo [*Sorghum bicolor (L.) Moench*], do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) e da erva-sal (*Atriplex nummularia*) (Assis Junior et al., 2007; Carvalho Júnior et al., 2010; Guimarães et al., 2016; Simões et al., 2016) já disponibilizam os valores de frações de lixiviação adequados para essas culturas nas condições edafoclimáticas em que estavam sendo utilizadas.

Na prática, as lâminas de água a serem aplicadas na irrigação devem ser calculadas de acordo com a ET_c , o coeficiente de localização, a eficiência de aplicação de água do sistema e as frações de lixiviação, conforme a seguinte equação:

$$Li = \frac{(ETo * Kc * Kl) - P}{Ef} * (I + FL)$$

em que:

Li: Lâmina de irrigação, em mm.

ETo: Evapotranspiração de referência medida no período, em mm.

Kc: Coeficiente de cultivo da cultura.

Kl: Coeficiente de localização.

P: Precipitação medida no período, em mm.

Ef: Eficiência do sistema de irrigação, em decimal.

FL: Fração de lixiviação aplicada, em decimal.

Vital et al. (1985) chamam atenção para o manejo da irrigação nas áreas com pequenas faixas de solos aluviais (solos formados por sedimentos

carreados pelas enxurradas), uma vez que esses podem ser rapidamente salinizados em decorrência de uma irrigação mal administrada.

Para facilitar o manejo da irrigação para o produtor, tabelas práticas disponibilizadas pelo técnico com os dados de umidade atual do solo (Tabela 1) ou da ETo (Tabela 2) indicam o tempo correto da irrigação. É importante salientar que a planilha com uso de dados meteorológicos deve ser alterada ao longo do tempo, em virtude das mudanças do Kc da planta.

Tabela 1. Exemplo de Tabela com dados de umidade atual do solo para determinar o tempo de irrigação a ser adotado.

| Umidade do solo (kPa) | Tempo de irrigação (min) |
|-----------------------|--------------------------|
| 10 | 10 |
| 20 | 30 |
| – | – |
| 70 | 100 |

Fonte: Adaptado de Simões et al. (2016).

Tabela 2. Exemplo de Tabela com dados de evapotranspiração de referência (ETo) para determinar o tempo de irrigação a ser adotado.

| Evapotranspiração de referência | Tempo de irrigação (min) |
|---------------------------------|--------------------------|
| 2 | 20 |
| 3 | 35 |
| – | – |
| 10 | 175 |

Uso sustentável da água salina para produção de alimentos

Uma alternativa para melhoria da eficiência de uso da água salina nas propriedades de base familiar do Semiárido é a utilização de um sistema produtivo com usos múltiplos das águas na integração agricultura-aquicultura (criação de organismos de habitat predominantemente aquático, como

peixes, crustáceos, anfíbios, moluscos, répteis, quelônios, plantas, etc.), o qual pode ser uma estratégia sustentável para as famílias rurais.

Oliveira e Santos (2011) citam como os mais usuais sistemas integrados os seguintes: aquicultura em canais de irrigação, aquicultura em ambientes modulares (em que novos módulos podem ser acoplados ao sistema em uso), agricultura irrigada (escala familiar e industrial), rizipiscicultura (consórcio de arroz irrigado e criação de peixe), aquaponia (combinação da produção de pescados com hidroponia) e aquicultura com águas subterrâneas salinas ou rejeito de dessalinizadores, entre outros.

Para o uso da água salina dos lençóis da região semiárida, a FAO (2007) destaca como opção a produção de pescados e hortícolas para alimentação familiar e venda no comércio local e de forrageiras para alimentação animal. Nesse contexto, considerando-se que as hortícolas e as plantas forrageiras serão irrigadas com o rejeito da piscicultura, Bardach (1997) destaca as vantagens da redução dos custos com a obtenção da água e com a compra de fertilizantes (muitos dos quais, como nitrogênio e fósforo, estão embutidos na matéria orgânica da própria água).

Considerando que a criação de caprinos e ovinos faz parte do dia a dia das pequenas propriedades do Semiárido, Dias et al. (2012) destacam os manejos da engorda desses animais e da produção agrícola com o reúso da água salina mediante a criação de um sistema de produção racional, econômica e ambientalmente sustentável e de fácil implantação. Nesse sentido, deve-se selecionar culturas cada vez mais tolerantes à salinidade e que apresentem adaptabilidade à região, a exemplo do sorgo forrageiro e sorgo granífero, da beterraba e da erva-sal. O uso da água salina para irrigação dessas culturas deve ser feito na época seca e em solos com boa drenagem, nos quais, no período chuvoso, os sais acumulados poderão ser lavados do solo, possibilitando, assim, novos ciclos de cultivo.

As variedades de sorgo forrageiro e sorgo granífero, beterraba, cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) e erva-sal tolerantes à salinidade podem ser alternativas para os produtores dependentes de chuva do Semiárido e que utilizam água salina na irrigação para aumentar a oferta de alimentos para família e para as criações. Deve-se destacar que o sistema de uso integrado do rejeito do dessalinizador tem sido utilizado como a principal tecnologia do Programa Água Doce, do governo federal. Lançado

em 2004, ele está sendo implantado em diversas comunidades rurais do Semiárido e beneficia cerca de 100 mil pessoas em 154 localidades do Nordeste (Brasil, 2012).

Vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos com o aproveitamento de água salina, principalmente para as culturas olerícolas (Nogueira Filho et al., 2003; Simões et al., 2016). As hortaliças ganham destaque entre os produtos cultivados pelos agricultores familiares por proporcionarem um retorno econômico rápido e eficiente e necessitarem de áreas relativamente pequenas para o cultivo.

O cultivo da beterraba de mesa, que é moderadamente tolerante à salinidade, tem potencial para ser incluído em sistemas de produção que utilizam água de baixa qualidade para irrigação. Simões et al. (2016), avaliando três cultivares de beterraba (Scarlet Super, Early Wonder 200 e Fortuna) irrigadas com água salina ($2,5 \text{ dS m}^{-1}$) do efluente da piscicultura e submetidas a diferentes frações de lixiviação (Figura 1), observaram que as frações de lixiviação de 10% e 15% proporcionaram uma melhor distribuição dos sais no perfil do solo, sendo que a fração de 15% proporcionou um aumento significativo na produtividade das cultivares Scarlet Super e Early Wonder 200. Para a cultivar Fortuna, a fração de lixiviação mais indicada foi na faixa de 7,5% (Figura 1).

Foto: Welton L. Simões



Figura 1. Cultivo de beterraba (*Beta vulgaris* L.) 'Scarlet Super', 'Early Wonder 200' (A) e 'Fortuna' (B) irrigadas com água proveniente da piscicultura e submetidas a diferentes frações de lixiviação.

Diante da baixa disponibilidade de água para manter o produtor rural no campo, existe também um interesse na utilização dos efluentes salinos disponíveis no Nordeste para a produção de forrageiras (Gurgel et al., 2012). Dentre outras culturas, o sorgo, considerado moderadamente tolerante (Oliveira; Santos, 2011), pode ser mais uma alternativa para a produção de forrageiras nos sistemas de produção da agricultura familiar (Guimarães et al., 2016).

Avaliando os cultivos de três cultivares de sorgo forrageiro (Volumax, F305 e Sudão) irrigadas com água proveniente da piscicultura (Figura 2), Guimarães et al. (2016) concluíram que é viável o cultivo do sorgo forrageiro na região semiárida brasileira utilizando-se irrigação com água salina (com condutividade elétrica de $2,57 \text{ dS m}^{-1}$) procedente de tanques de piscicultura, aplicando-se uma fração de lixiviação de 15%. Os autores destacam que 'Volumax' se mostrou mais sensível à salinidade quando comparada com as demais cultivares por apresentar o menor crescimento da parte aérea e menores valores de área foliar e matérias fresca e seca.

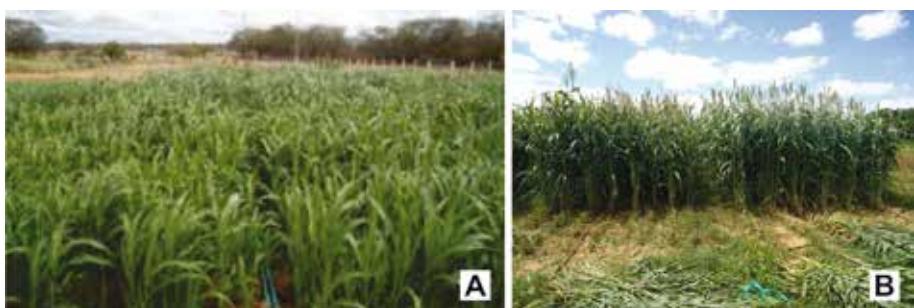


Foto: Welson L. Simões

Figura 2. Cultivares de sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] (Volumax, F305 e Sudão) irrigadas com diferentes frações de lixiviação de água salina proveniente da piscicultura (A) e detalhe do corte (B).

Água de chuva armazenada em cisterna para produção de frutas e hortaliças

A cisterna, comumente conhecida como reservatório para captação e armazenamento de água de chuva destinada ao consumo humano, evoluiu para uma tecnologia que vem contribuindo para a melhoria da dieta

alimentar das famílias rurais por meio da produção alimentos de origem vegetal (frutas e hortaliças) ou animal (carne e leite). Para isso, pequenas adaptações foram necessárias, principalmente relacionadas ao aumento da capacidade de armazenamento, passando de 16 mil litros para 52 mil litros. Com esse novo objetivo, a tecnologia passou a se denominar “cisterna de produção” ou Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2) e foi inserida como política pública do Ministério de Desenvolvimento Social (Figura 3).

O P1+2 é um programa que tem por objetivo assegurar à população rural o acesso à terra e à água para consumo da família (já contemplada no Programa Um Milhão de Cisternas – P1MC) e dos animais. O intuito é reduzir os riscos da atividade agrícola familiar dependente de chuva diante das irregularidades climáticas que ocorrem no Semiárido brasileiro (Gnadlinger et al., 2007).



Figura 3. Sistema de captação da água de chuva por meio do Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2).

Fonte: Nilton de Brito Cavalcanti

No Brasil, o P1+2 teve como referência o Programa 1-2-1, desenvolvido na China. Esse programa foi apresentado durante a 9th

International Rainwater Catchment Systems Conference ocorrida simultaneamente ao 2º Simpósio Brasileiro sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva em julho 1999 na cidade de Petrolina, PE (Qiang; Li, 1999; Gnadlinger et al., 2007). Por meio do Programa-1-2-1, o governo chinês contribuiu para que cada família tivesse “uma área de terra, duas cisternas e uma área de captação de água de chuva” (Gnadlinger et al., 2007, tradução nossa). Foram construídos 2,5 milhões de cisternas até o fim de 2003, beneficiando 1,1 milhão de famílias no fornecimento de água para beber e habilitando 305 mil hectares para receber cultivos alimentares para consumo doméstico e para venda. Tal como na China, no Semiárido brasileiro, a prioridade também foi a água para consumo humano (Gnadlinger et al., 2007). Por isso, foi implementado inicialmente o P1MC e, em seguida, o P1+2.

Manejo da água da cisterna

A contribuição da Embrapa Semiárido para o P1+2 está associada ao acervo de tecnologias e conhecimentos disponibilizados, resultante dos estudos desenvolvidos, há mais de 10 anos, sobre o manejo da água da cisterna para a produção de alimentos e das experiências de diversas comunidades sertanejas na luta por uma convivência sustentável entre terra e água. Esses estudos apontam que a água armazenada em uma cisterna de produção (de 52 mil litros), se bem manejada, é suficiente para manter um pequeno pomar (em torno de 20 a 30 fruteiras) e 2 a 4 canteiros de hortaliças com, em média, 12 m² de área cultivada (Brito et al., 2012; Brito; Nascimento, 2015). De acordo com Araújo et al. (2011), a produção de várias espécies de frutas e de hortaliças utilizando água de chuva armazenada na cisterna permite incrementos significativos na dieta das famílias rurais, atuando na redução de futuras doenças como hipertensão, diabetes, câncer e anemia.

Para o eficiente uso do sistema P1+2, é fundamental considerar a limitação da capacidade de armazenamento de água da cisterna de produção (52 mil litros). Por isso, deve-se planejar bem o tamanho da área a ser explorada com as fruteiras e a área dos canteiros de hortaliças. Como a água da cisterna não é suficiente para atender à demanda de evapotranspiração das plantas, seu uso não pode ser denominado de “irrigação”, mas sim de “irrigação com déficit”. Além disso, a água da cisterna não permite a obtenção do potencial máximo de produção.

A definição do volume de água a ser aplicado nas fruteiras e hortaliças depende fundamentalmente da disponibilidade de água na cisterna que, por sua vez, depende da ocorrência das precipitações pluviométricas, do período e da frequência de aplicação de água, do número de fruteiras e da área dos canteiros de hortaliças. Para facilitar o entendimento sobre o manejo da água, o ano foi dividido em três períodos: chuvoso, intermediário e sem chuvas (ou seja, de menor probabilidade de ocorrência de chuvas). Tomando-se como base o município de Petrolina, PE, esses períodos correspondem, em média, conforme Brito et al. (2012) e Brito e Nascimento (2015), a:

- Período chuvoso: duração de 14 semanas, entre janeiro e abril.
- Período intermediário: duração de 18 semanas, entre o fim de abril e agosto.
- Período sem chuvas: duração de 20 semanas, entre setembro e dezembro.

Em pesquisas realizadas por Ferreira et al. (2015, 2016) no município de Petrolina, PE, durante o ano de 2014, foi monitorada a umidade do solo em um pomar cultivado com mangueira (*Mangifera indica L.*), pinheira (*Annona squamosa*), cajueiro (*Anacardium occidentale*), aceroleira (*Malpighia glabra L.*) e laranjeira (*Citrus sinensis*) com 4 anos de idade no espaçamento de 5 m entre plantas e 5 m entre linhas, seguindo a metodologia recomendada por Brito et al. (2012) e Brito e Nascimento (2015). Os resultados obtidos no fim dos estudos foram comparados com os de fruteiras que não receberam água da cisterna, mas apenas da chuva. Os estudos também contemplaram a avaliação de dois canteiros cultivados com hortaliças em ciclos alternados, com 4 m² cada, sob duas lâminas de água. As espécies escolhidas foram aquelas comumente cultivadas pelas famílias rurais na região: pimentão (*Capsicum annuum*), couve-folha (*Brassica oleracea*), rúcula (*Eruca sativa*), coentro (*Coriandrum sativum*) e alface (*Lactuca sativa*). A Tabela 3 contém as recomendações para o manejo da água aplicado às fruteiras e aos canteiros de hortaliças considerando a cisterna de 52 mil litros.

No início do período chuvoso, foi aplicado apenas adubo orgânico, constituído de 10 kg de esterco curtido de caprino por fruteira. Efetuou-se a aplicação de cobertura morta na projeção da copa de cada planta utilizando-se bagaço de coco visando à redução das perdas de água por

Tabela 3. Recomendação de volume de água aplicado em um pomar com 15 fruteiras e em dois canteiros (de 4 m² cada) de hortaliças, utilizando água de uma cisterna de 52 mil litros.

| Pomar de fruteiras | | | | |
|--|------------------------------------|-----------------------------|--|---------------------------------------|
| Identificação | Duração do período (semana) | Volume aplicado (L por vez) | Frequência de aplicação (vez por semana) | Volume total aplicado (L por período) |
| Pomar | 14 (durante período chuvoso) | 8 | 3 | 5.040 |
| Pomar | 18 (durante período intermediário) | 12 | 3 | 9.720 |
| Pomar | 20 (durante período sem chuvas) | 16 | 3 | 14.400 |
| Total aplicado nas fruteiras (L por ano) | | | | 29.160 |
| Canteiro de hortaliças | | | | |
| Identificação | Duração do período (dia) | Volume aplicado (L por dia) | Frequência de aplicação (vez por dia) | Volume total aplicado (L por ano) |
| Canteiro 1 | 365 | 32 | 1 | 11.680 |
| Canteiro 2 | 365 | 16 | 1 | 5.840 |
| Total aplicado nos canteiros de hortaliças (L por ano) | | | | 17.520 |
| Soma dos totais aplicados nas fruteiras e nos canteiros de hortaliças (L por ano) | | | | 46.680 |

evaporação e da incidência de plantas espontâneas. Na área dos canteiros, foram aplicados 4,0 L m⁻² de esterco de caprino curtido bem misturado ao solo. As áreas dos canteiros foram cobertas com tela sombreadora (60% de sombreamento) com vistas a reduzir a insolação e diminuir o fluxo da evapotranspiração.

A umidade do solo foi monitorada utilizando-se a reflectometria no domínio da frequência (*frequency-domain reflectometry* – FDR), técnica indireta e não destrutiva capaz de permitir a repetitividade no espaço e no tempo e cujos dados foram ajustados com base na curva de retenção de água no solo (Figura 4). Também foi considerado um limite inferior de disponibilidade de água no solo – fator (f) de 0,7 para o grupo das fruteiras e 0,5 para as hortaliças, conforme apresentado por Bernardo et al. (2013). O valor para a umidade na capacidade de campo (CC) foi de 0,2859 cm³ cm⁻³ e, para o ponto de murcha permanente (PMP), foi de 0,0973 cm³ cm⁻³.

Foto: Nilton de Britto Cavalcanti



Figura 4. Monitoramento da umidade do solo na área do pomar usando reflectometria no domínio da frequência (*frequency-domain reflectometry* – FDR).

No período chuvoso, os resultados da umidade do solo a 10 cm de profundidade permaneceram próximos à CC (0,3687 cm³ cm⁻³) em todas

as espécies cultivadas. Além disso, observou-se que, com o aumento da profundidade, a umidade também aumentou, atingindo maiores valores aos 30 cm de profundidade. No período intermediário, a umidade média do solo para as culturas da mangueira e pinheira foram superiores ao limite estabelecido como umidade crítica (15%) entre 20 cm e 50 cm de profundidade. Para as demais culturas, os valores foram abaixo desse limite. No período seco, registrou-se um total de 147,4 mm de precipitação, com maior concentração das chuvas (cerca de 95%) nos meses de novembro e dezembro.

Os resultados da umidade do solo indicam que, na camada superficial, os valores obtidos foram em torno de 10% acima do PMP ($0,0802 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$). Contudo, observou-se um aumento gradativo da umidade até 20 cm de profundidade, variando de $0,1087 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ a $0,1543 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$.

Os baixos teores de umidade, notadamente na camada mais superficial do solo e em profundidade, podem ser devido a fatores climatológicos e geram competição pela quantidade de água adicionada ao solo. Dentre esses fatores, têm-se baixos índices de umidade relativa do ar, altos valores de velocidade do vento, altas temperaturas e elevada evapotranspiração potencial. Essas condições, associadas à textura arenosa do solo, com cerca de 80% da fração areia registrada na profundidade de 10 cm a 20 cm, têm contribuído para a intensificação do fluxo de vapor d'água do solo para a atmosfera.

As produções obtidas nas áreas sob estudo foram baixas. No entanto, tem-se que considerar que 2014 foi um ano de continuação de um período de seca que teve início em 2012, tendo ocorrido apenas 184,5 mm de precipitação. Mesmo assim, apenas com a produção de acerola obtida, foi possível dispor de uma média de 400 g de frutos por dia para atender às necessidades de vitamina C das famílias.

Sob as condições estudadas, a água aplicada advinda da cisterna, somada com as precipitações pluviométricas, não atendeu às necessidades das plantas. No entanto, o propósito foi avaliar a possibilidade da manutenção de fruteiras em pequena escala com um requerimento mínimo de água dimensionado com base no volume de água armazenado na cisterna do P1+2 (52 mil litros), de modo a promover a inserção de frutas e hortaliças na dieta alimentar das famílias rurais do Semiárido brasileiro.

No tocante às hortaliças, os resultados da umidade do solo foram comparados, tendo-se como referências os dados da CC de $0,2565 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$, PMP de $0,0772 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ e $f = 0,5$, considerando-se um cenário de baixa demanda hídrica, o qual corresponde a 65% da CC. Embora o volume de água administrado ao canteiro 2 tenha sido de 16 L dia^{-1} , que corresponde à metade do volume aplicado ao canteiro 1, observou-se uma diferença muito pequena nos valores de umidade do solo registrados entre 10 cm e 20 cm de profundidade (Figura 5). As médias desses valores de CC e PMP correspondem a $0,2262 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ para o canteiro 1 e $0,2087 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ para o canteiro 2.

Foto: Nilton de Brito Cavalcanti



Figura 5. Canteiros de hortaliças com detalhe da produção de pimentão (*Capsicum annuum*) (A) e vista geral da horta (B).

O fato de os canteiros estarem elevados a aproximadamente 10 cm do solo pode ter causado uma rápida percolação da água, o que levou a valores de umidade semelhantes em profundidade entre os dois canteiros. A partir de 20 cm de profundidade, no canteiro 2, observou-se que ocorreu redução da umidade do solo, provavelmente em consequência da menor quantidade de água aplicada em relação à aplicada no canteiro 1. A partir de 60 cm de profundidade, os valores de umidade se estabeleceram próximos a $0,1356 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$, o que corresponde a cerca de 50% da CC.

As produções obtidas nos canteiros alcançaram um total de 120,32 kg, dos quais 59,08% corresponderam à produção do canteiro 1 e 40,93% à produção do canteiro 2. Diante desses resultados, é possível recomendar a lâmina aplicada (16 L dia^{-1}) no canteiro 2, pois, além de atender às demandas hídricas do grupo das hortaliças, o rendimento das produções, no geral, foi semelhante, com exceção do pimentão e do coentro, que alcançaram o dobro da produção no canteiro 1.

Sistema Barraginha

Quando recebe a água das chuvas, a superfície do solo concentra-a em forma de enxurradas, que vão se avolumando até causar danos ao solo, como a erosão, os assoreamentos e o carreamento de poluentes. Para tentar reverter essa situação, criou-se o Sistema Barraginha, uma tecnologia que permite armazenar a água da chuva para usos diversos. Ela consiste em dotar as áreas com várias minibacias (miniaçudes) dispersas (Figura 6), de modo que cada uma colha um volume significativo de água de enxurrada (Barros, 2008). Dessa forma, as barraginhas acompanham a distribuição das enxurradas no terreno e colhem a água da chuva onde ela cai (Grey-Gardner, 2003), sem deixá-la escorrer e causar danos, podendo até amenizar enchentes, contribuir para conservação de estradas e amenizar os problemas da seca (veranicos).



Figura 6. Barraginhas dispersas em uma propriedade.

Foto: Luciano Cordoval de Barros

Ao barrarem a água de uma chuva intensa, as barraginhas propiciam um tempo para que essa água se infiltre e recarregue o lençol freático. De acordo com Barros e Ribeiro (2009), quanto mais rápido a água se infiltrar, mais eficiente é a barraginha, pois, assim, ela estará apta a colher a próxima chuva que ocorrer ao longo da estação de chuva. A água contida em uma barraginha infiltra-se continuamente na forma de uma “franja úmida” crescente. Inicialmente, ela umedece o seu entorno, o que propicia lavouras isoladas (Figura 7). Posteriormente, ela recarrega um grande reservatório subterrâneo, que é o lençol freático, abastecendo os mananciais que mantêm as nascentes, as cisternas, os cacimbões e os córregos. Ao umedecer as baixadas, são criadas condições para uma agricultura com menor risco

de estresse hídrico e melhorias no sustento das famílias, gerando alimentos e renda local e regional, o que se reflete nas feiras, no comércio, na saúde e na satisfação das populações beneficiadas.



Figura 7. Desenho esquemático de barraginhas implantadas em sequência, proporcionando agricultura pelas franjas úmidas.

Ilustrador: Luciano Cordoval de Barros.

Clima e solo

Pesquisas realizadas pela Embrapa, de acordo com Barros (2000) e Rodrigues et al. (2012), tem mostrado que o Sistema Barraginha de captação de água de chuvas tem uma amplitude de atuação em regiões com precipitações acima de 400 mm, atuando nos períodos de chuvas intensas, quando ocorrem enchentes. Esse sistema tem sido implantado em propriedades com topografia de ondulação a plano-ondulada (com declividade

inferior a 15%) geralmente em regiões com áreas de pastagens degradadas do Brasil Central, destacando-se as regiões de pastagens de Minas Gerais, Goiás, Tocantins e Bahia (Albuquerque; Durães, 2008).

As barraginhas nas regiões de Cerrado, onde os solos são mais porosos e profundos, têm dimensões menores: 15 m de diâmetro e volume entre 100 m³ e 150 m³ (o que corresponde a 10 a 15 caminhões-pipa). Já no Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais, e no Piauí, onde predominam solos rasos, com capacidade de média a baixa de infiltração, as barraginhas são ligeiramente maiores, chegando a medir 20 m de diâmetro e com capacidade de armazenamento de até 300 m³. Nesses casos, a infiltração entre uma chuva e outra leva mais tempo (Barros et al., 2013).

Local e período de construção de barraginhas

A presença do produtor é necessária no processo de construção das barraginhas, pois é ele que conhece o terreno e que levará o técnico aos locais das enxurradas ou aos pontos estratégicos onde as barraginhas devem ser construídas. Como as enxurradas se espalham em várias direções e lugares das propriedades, as barraginhas devem seguir o mesmo trajeto, sendo distribuídas conforme o percurso dessas enxurradas, isto é, as linhas de drenagem. Essa distribuição é necessária para manter a umidade em toda a área e conter as erosões. O entendimento do sistema por parte do produtor é determinante para que todas as enxurradas erosivas sejam contidas e contempladas. Os produtores obtêm esse conhecimento nas reuniões mobilizadoras na comunidade realizadas por disseminadores locais da tecnologia.

As barraginhas não devem ser construídas em cursos de água perenes, nas áreas de proteção permanente (APPs), no interior das voçorcas e das grotas secas nem em terrenos com inclinação acima de 12% (Barros et al., 2013).

Período de construção e maquinário

O ideal é construir as barraginhas na época mais úmida do ano, que se inicia depois das duas primeiras chuvas e continua até 4 a 5 meses após encerradas as chuvas.

É importante iniciar a construção depois das duas primeiras chuvas porque elas umedecem o solo, favorecem a escavação e facilitam a liga e a compactação dos aterros. Para projetos que vão se estender por todo o período úmido, deve-se iniciar a implantação nas áreas que vão secar antes (geralmente as mais altas), para que, ao fim desse período, a umidade residual nas baixadas ainda seja aproveitada.

Na construção das barraginhas, o maquinário ideal é uma pá-carregadeira ou similar ou uma retroescavadeira, sendo necessário um treinamento prévio específico do operador.

Estratégia de implantação

Em solos mais favoráveis, como os Latossolos, o tempo médio gasto para construir uma barrinha com uma pá-carregadeira é de 1 h. Já nos solos mais firmes, como os Cambissolos, esse tempo é de 2 h. O espaçamento entre as barraginhas deve seguir uma estratégia que considere o resultado da implantação do sistema a cada ano. Assim, 1/3 das barraginhas (planejadas considerando o potencial de uma determinada área) deve ser construído no primeiro ano, evitando as principais enxurradas. Depois de um ciclo de chuvas, o produtor, ao observar os resultados, motiva-se e demanda a construção de mais 1/3 das barraginhas no segundo ano. No ano seguinte, considerando os resultados dos primeiros 2 anos, implanta-se o 1/3 final das barraginhas, a fim de barrar todas as enxurradas detectadas na propriedade.

Crista, formato da barrinha e sangradouro

A crista do aterro assume comumente o formato de meia-lua ou semicircular (em solos mais planos, com até 6% de inclinação), mas também pode apresentar formato de arco (em solos de 6% a 12% de inclinação).

Em todos esses casos, a água forçará o meio do aterro ou o meio do arco. Para que o aterro não se rompa, deve apresentar crista em formato de “travesseiro”, isto é, elevado no meio e despontando para as extremidades. Assim, se houver abatimento no meio do aterro, ainda haverá uma folga elevada, e a estrutura não se romperá.

Pequenos sangradouros são construídos para verter excedentes durante chuvas intensas, embora o ideal seja que as barraginhas se enchem

e não necessitem sangrar. Caso alguma sangre com frequência, é sinal de que se deve fazer uma ou mais barraginhas acima ou intercaladas para evitar esse volume excedente. Deve-se evitar escavar os sangradouros, ou seja, eles devem ser rasos e quase imperceptíveis, para evitar início de erosão.

Desassoreamento e manutenção

Normalmente, cerca de 14% das barraginhas sofrem certo grau de assoreamento depois de 3 a 5 anos de sua construção, quando se acumulam muitos sedimentos erosivos trazidos pelas enxurradas colhidas, resultado da falta de práticas conservacionistas do solo em sua bacia de captação (Duarte, 2010). Isso ocorre principalmente com as barraginhas da parte superior da propriedade e com as de beira de estrada. Caso ocorra assoreamento na barrinha, para manter sua capacidade original de armazenamento, os sedimentos devem ser removidos por máquina e depositados nas costas do aterro.

Benefícios e vantagens proporcionadas pelas barraginhas

O maior benefício proporcionado pelo Sistema Barraginha é a contenção do avanço da degradação do solo pelas enxurradas, as quais provocam erosões laminares e sulcadas e arrastam sedimentos para as baixadas e córregos, empobrecendo o solo e comprometendo os recursos hídricos da propriedade.

Ao armazenar a água da chuva, as barraginhas proporcionam condições para que a água nelas represada se infiltre no solo, atingindo o lençol freático. Depois que a água se infiltra por completo, a barraginha está pronta para receber as águas das próximas chuvas. Esse processo se repetirá sucessivamente em todo o ciclo chuvoso, e, assim, o lençol freático terá seu volume aumentado. Com isso, diversos benefícios são observados, tais como elevação dos níveis das cisternas e dos cacimbões, surgimento de minadouros e cacimbas, fortalecimento dos mananciais mantenedores das nascentes e dos córregos, revitalização e perenização de córregos antes intermitentes e umedecimento das baixadas, proporcionando uma agricultura segura e alimentos de qualidade. Tudo isso beneficia populações ribeirinhas à jusante e gera emprego e renda (Figuras 8 e 9).

Foto: Luciano Cordoval de Barros



Figura 8. Horta plantada aproveitando a umidade proporcionada por barraginhas.

Foto: Luciano Cordoval de Barros



Figura 9. Afloramento de água na baixada proporcionado por barraginha.

Acredita-se que, pelo fato de as barraginhas promoverem elevação do lençol freático em toda a região à jusante, a associação dessa tecnologia com as barragens subterrâneas (construídas em leito de riachos e linhas de drenagens) pode potencializar os resultados obtidos por essa outra tecnologia de convivência com a seca.

Mobilização da comunidade

Embora os produtores possam implementar o Sistema Barraginha isoladamente, na grande maioria dos casos, eles o fazem coletivamente, envolvendo sua comunidade. Mesmo que cada produtor pretenda construir barraginhas por conta própria, tanto a mobilização como os treinamentos são feitos em grupo. Geralmente, a mobilização é dividida em quatro fases: a) reuniões para primeiros contatos e apresentação do sistema feita por participantes do projeto; b) visita a unidades demonstrativas do Sistema Barraginha; c) treinamento no local; e d) construção das primeiras barraginhas pelos participantes.

Os multiplicadores da tecnologia podem ser técnicos da extensão rural ou de alguma ONG, associação ou sindicato ou mesmo voluntários. Na última fase, é importante que a gestão seja própria da comunidade, mas com apoio do poder público no envolvimento, no financiamento (parcial ou total) das despesas e no uso de máquinas. O intuito dessa parceria é aproximar a comunidade, os técnicos e o poder público. Normalmente, após 50 ou 100 barraginhas prontas, organiza-se um *Dia de Campo*, que se repetirá quando se chegar às 500, às 1.000 ou mais barraginhas (Figura 10).

Unidades demonstrativas descentralizadas

Centenas de comunidades com 100 a 200 barraginhas já se tornaram unidades demonstrativas (também chamadas de “vitrines”) desse sistema. Por sua vez, os beneficiários das barraginhas tornaram-se multiplicadores dessa tecnologia da Embrapa. Diversos municípios que adotaram o Sistema Barraginha, em função não apenas da grande quantidade de barraginhas, mas também dos resultados pronunciados de produção de água e do alto grau de mobilização e gestão das comunidades, são considerados vitrines para visitação. Podem-se citar como exemplos os municípios mineiros de Araçaí, Buritis, Formiga, Januária, Janaúba, Jequitibá, Lagamar, Minas Novas, Montezuma e Porteirinha.

Foto: Luciano Cordoval de Barros



Figura 10. *Dia de Campo* festivo ocorrido com a participação de técnicos do Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater) do Piauí.

No Semiárido do Piauí, já foram implantadas pelo menos 600 barraginhas em cada um dos seguintes municípios: Acauã, Anísio de Abreu, Caracol, Coronel José Dias, Guaribas, João Costa, Jurema, Paes Landim, Paulistana, Santa Luz, São Lourenço do Piauí, com destaque para Oeiras. Já no Ceará, na região do Cariri, foram implantadas pelo menos 100 barraginhas em cada um dos seis municípios beneficiados: Barbalha, Caririaçu, Jardim, Jati, Juazeiro do Norte e Várzea Alegre. No Maranhão, já foram construídas cerca de 1.200 barraginhas, distribuídas em seis municípios, com destaque para Caxias (Landau et al., 2013).

Barragem subterrânea

A barragem subterrânea é uma tecnologia de captação e armazenamento de água de chuva milenar, praticada em zonas áridas e semiáridas de vários países do mundo. A disseminação dessa tecnologia no Nordeste do Brasil intensificou-se na década de 1980. Estimativas realizadas por vários

autores permitem afirmar que foram construídas mais de 1.300 barragens na zona semiárida do Brasil até 2012 (Brito et al., 1989; Cirilo et al., 1999; Costa et al., 2002; Avaliação..., 2010).

A barragem subterrânea consiste no barramento artificial (barro batido, alvenaria e lona plástica de polietileno) do fluxo de água superficial e/ou subterrânea no sentido contrário ao do escoamento. Esse processo contribui para segurar a água da chuva que se perderia pelo escoamento superficial e subterrâneo, favorecendo, assim, a elevação do nível da água dentro do solo (Cirilo et al., 2003; Oliveira, 2010; Ferreira et al., 2011; Lima, 2013; Melo et al., 2013).

A barragem subterrânea pode ser construída de várias maneiras. A seguir, apresentam-se três modelos por ordem decrescente de complexidade e de custos operacionais de construção (Oliveira, 2001):

- **Modelo Caatinga:** é um tipo de barragem subterrânea pautada na experiência internacional. Originou-se de experiências da Associação Caatinga no município de Ouricuri, PE. Esse tipo de barragem é construída com abertura de uma trincheira linear compactada (septo), transversal ao sentido do riacho, e um enrocamento de pedras arrumadas, sem rejunte, sobre a trincheira.
- **Modelo Costa & Melo:** é o mais difundido por apresentar as seguintes características: é o mais apropriado para a zona cristalina do Semiárido, é o de mais baixa complexidade de construção, permite o monitoramento da água e é de fácil construção, exploração e manutenção. Esse modelo é caracterizado pela escavação de uma trincheira retilínea perpendicular à direção do escoamento, seguida da colocação de um septo impermeável ao longo da trincheira (lonas plásticas), da construção de um poço amazonas à montante e de um enrocamento de pedras arrumadas, sem rejunte, na superfície, sobre o septo impermeável.
- **Modelo Cpatsa/Embrapa:** foi desenvolvido pela Embrapa Semiárido (localizada em Petrolina, PE) na década de 1980 com a finalidade de aumentar a captação e o armazenamento de água para a agricultura familiar. O modelo Cpatsa/Embrapa destaca-se por ter a parede impermeabilizada com uma lona plástica de polietileno e o barramento em forma de arco. A altura de parede chega

a 1,0 m acima do nível do solo, com a presença de uma cisterna coberta à jusante para aproveitamento de água excedente (cano de descarga) e de um sangradouro de concreto ou alvenaria.

Nesse capítulo, será caracterizada a barragem subterrânea (Figura 11) e serão apresentados relatos das experiências da Embrapa Semiárido com as construídas em linhas de drenagens e riachos, com abertura de trincheiras, presença ou ausência de poço (depende da profundidade do solo) e nas quais foi utilizada, como material impermeável, a lona plástica de polietileno de 200 μ que permite maior acúmulo de água no solo, contribuindo para reduzir os riscos de perda da lavoura.

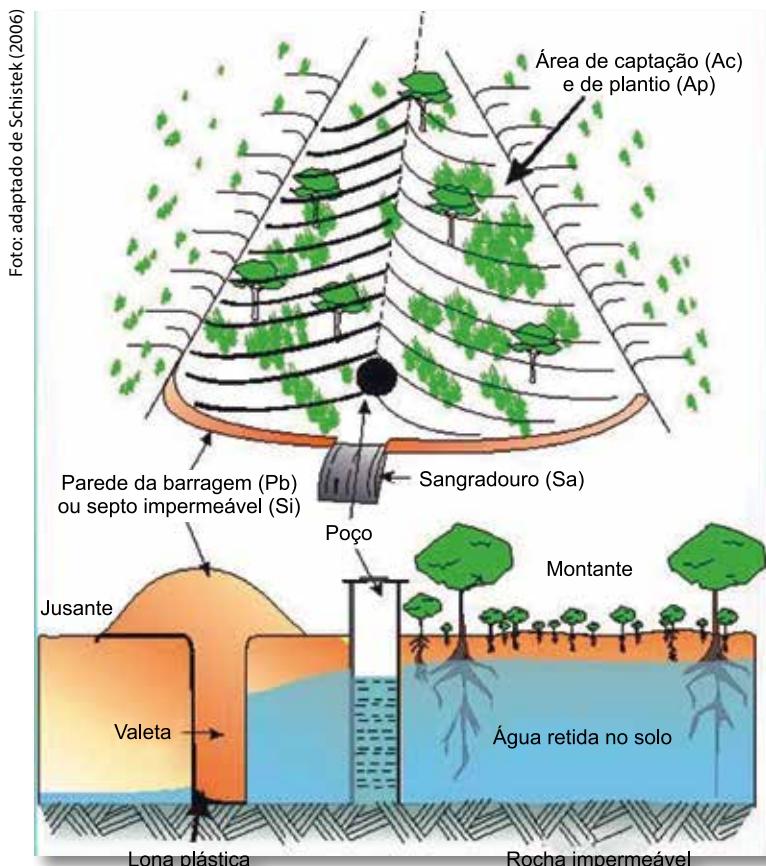


Figura 11. Desenho esquemático do funcionamento (A) e corte transversal (B) de uma barragem subterrânea.

Importância e vantagens da barragem subterrânea

Com a adoção das barragens subterrâneas, as famílias conseguem armazenar água suficiente para reduzir ou minimizar os riscos de perda da lavoura. Isso ocorre devido à formação de uma vazante artificial onde o solo permanece úmido (em algumas situações, por até 5 meses depois da época chuvosa), permitindo a realização dos plantios mesmo em época de estiagem. Nos municípios paraibanos de Remígio e Arara, há exemplos de barragens que funcionam o ano todo, proporcionando que os agricultores plantem frutíferas, forrageiras, hortaliças, plantas medicinais e batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.].

A barragem subterrânea tem mudado a vida de muitos agricultores que se apropriaram dessa tecnologia, o que é comprovado pelo acompanhamento de experiências em alguns estados. Tem-se observado a contribuição da tecnologia para a segurança alimentar e nutricional das famílias (Figura 12) e para a geração de renda a partir da comercialização do excedente da produção em feiras livre ou feiras agroecológicas.



Foto: Roseli Freire de Melo

Figura 12. Vista parcial de barragem subterrânea produzindo em pleno verão com água de poço no distrito de Pau Ferro, município de Petrolina, PE.

As principais vantagens da barragem subterrânea (Silva et al., 1998; Ferreira et al., 2011; Melo et al., 2013; Relatório..., 2014) são:

- Pouca perda de água por evaporação comparativamente à evaporação dos reservatórios de acumulação de água superficial, que pode alcançar até 2.500 mm por ano.
- Não alagamento das terras, cujos cultivos passam a ser beneficiados pela elevação do lençol freático, aproveitando o processo natural de subirrigação em grande parte do ano.
- Baixo custo de construção e manutenção, quando comparado ao de outros sistemas de acumulação de água.
- Pequenos riscos de rompimento, principalmente para as barragens construídas em riachos e linhas de drenagens.
- Menor impacto ambiental do que as barragens superficiais.
- Melhoria da fertilidade do solo devido ao acúmulo de matéria orgânica nas barragens que têm a parede elevada na superfície do solo.
- Redução dos riscos de perdas de safra quando comparados aos riscos em áreas de sequeiro.

Uma limitação importante com relação à operação das barragens subterrâneas é risco de salinização da área quando, no ambiente, já existem sais naturalmente ou quando os ambientes têm histórico de água salobra ou salgada (Melo et al., 2016). Além disso, é relevante destacar que nem todo solo é apropriado para se construir barragem subterrânea. Deve-se dar preferência aos de textura de arenosa a média e que tenham profundidade entre 1,5 m e 4,5 m.

Condições favoráveis para construção de barragem subterrânea

A barragem subterrânea deve ser construída no período de estiagem (verão) quando não existir água no lençol freático. No entanto, caso exista, faz-se necessário o bombeamento e o uso de escoras para o solo não desmoronar, principalmente em locais onde as águas das cacimbas sejam de boa qualidade e existam áreas favoráveis para sua construção em rios temporários, aluviões, linhas de drenagens ou córregos. Se a profundidade do aluvião for superior a 2,5 m, recomenda-se a construção de poço amazonas próximo ao sangradouro ou na parte mais profunda da barragem subterrânea.

Após a definição do local, é necessário abrir algumas trincheiras (buracos de postes) até a camada impermeável do solo (conhecida também como piçarra, salão, cabeça de carneiro e massapé) ao longo da linha. Devem-se construir pelo menos quatro trincheiras, sendo uma em cada extremidade e duas na parte central, onde será construída a parede. Essa etapa serve para conhecer a profundidade e o perfil do solo (que geralmente não é uniforme) e permite localizar as ombreiras (solos mais rasos nas extremidades), sendo necessária para evitar a saída da água pelas laterais (Figura 13).

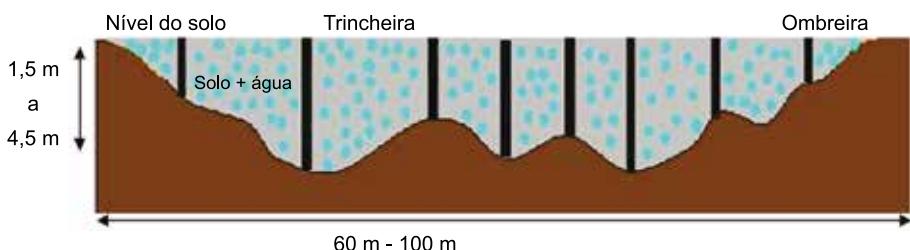


Figura 13. Corte transversal no leito de um curso d'água selecionado para construção de uma barragem subterrânea com detalhes de trincheiras, profundidades e ombreiras.

Ilustradora: Juliana Martins

Para o sucesso da barragem subterrânea, é necessário seguir algumas etapas: a) escolha de agricultores capacitados; b) seleção do local; c) escavação até a camada impermeável; d) remoção de pontas de pedras e raízes; e) fixação da lona; f) manutenção da parede e do sangradouro (para os modelos que permitem a sua construção); g) manejo adequado do solo, dando preferência ao uso de tração animal (para evitar compactação); e h) uso de adubo orgânico para melhoria da fertilidade do solo e, consequentemente, obtenção de produtividade satisfatória.

O comprimento da parede da barragem subterrânea depende da largura da área (rio, riacho ou linha de drenagem). Preferencialmente, deve variar de 60 m a 100 m, pois uma barragem muito estreita pode resultar em uma pequena área para o plantio, a não ser que a finalidade da barragem seja apenas abastecer o poço. Esse processo permite estimar custos e planejar a implantação da barragem subterrânea, inclusive programar a construção (de acordo com o tipo de mão de obra disponível, se manual ou mecanizada).

Manejo e opção de cultivos

No Semiárido brasileiro, a maioria dos solos apresenta baixa fertilidade devido aos baixos teores de matéria orgânica. Sendo assim, o uso de adubo orgânico é essencial, pois, além de manter a umidade do solo por maior período, contribui para a melhoria de suas características químicas, físicas e biológicas, disponibilizando nutrientes necessários às plantas (Souza et al., 2005).

Os plantios devem ser realizados de acordo com o gradiente de umidade da barragem subterrânea, ou seja, quanto mais próximo do sangradouro, mais úmido se encontra o solo. A reposição dos nutrientes no solo deve ser realizada utilizando resíduos orgânicos e/ou oriundos de rochas (restos vegetais, biofertilizantes, húmus, compostos orgânicos, estercos e pós de rocha), pois esses procedimentos podem dobrar ou até mesmo triplicar a produtividade das culturas, já que suprem o solo de nutrientes e melhoram suas propriedades físicas.

No caso do uso de esterco, recomenda-se que ele esteja bem curtido para não causar queima das plantas nem contaminação da água por nitrato. Na Figura 14, é ilustrado o plantio de feijão-caupi em barragem subterrânea no município de Petrolina, PE. Nessa barragem, no ano de 2007 (com aproximadamente 185 mm de precipitação pluviométrica), a produtividade do feijão adubado com 2 L m⁻¹ de esterco foi de 1.430 kg ha⁻¹ (valor acima da média da região), enquanto, na área fora da barragem, com a mesma quantidade de esterco, a produtividade foi de 658 kg ha⁻¹ (Melo et al., 2009). Conforme estudos realizados por Santos et al. (2008), em condições de sequeiro, a produtividade média para a cultivar IPA 206 é de 340 kg ha⁻¹.

Na barragem subterrânea, podem-se plantar diversas culturas, tais como: fruteiras de diferentes espécies, feijão-caupi, milho, sorgo, batata-doce, inhame (*Dioscorea* spp.), forrageiras, hortaliças, plantas medicinais e condimentos. É importante evitar o uso de agrotóxico no combate de pragas e doenças e dar preferência a produtos naturais, pois esses, quando utilizados corretamente, não causam impactos ao ambiente nem ao homem.



Foto: Roseli Freire de Melo

Figura 14. Cultivo de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) (A) e milho (*Zea mays*) (B) em barragem subterrânea no distrito de Pau Ferro, município de Petrolina, PE.

Açudes

O deficit hídrico periódico da região semiárida nordestina intensificou a construção de muitos pequenos açudes nas últimas décadas. Atualmente, existem mais de 70 mil açudes, a grande maioria dos quais é utilizado para consumo humano, irrigação, culturas de vazante e piscicultura (Albinati, 2006; Barbosa et al., 2006). De acordo com Assunção e Livingstone (1993), a política de construção de açudes baseou-se no conceito de que, desde que a seca é, por definição, um problema de falta de água, a situação deve ser resolvida com a acumulação de água em grandes quantidades, o que tem sido chamado de “solução hidráulica”. Porém, nem todos os açudes foram devidamente planejados (Lima Júnior et al., 2009). Como o deficit hídrico é quase sempre visto de maneira quantitativa, sem analisar os aspectos qualitativos, é possível imaginar o motivo pelo qual foram e ainda são construídos açudes indiscriminadamente (Oliveira; Medeiros, 2003).

Nesse contexto, tem sido comum a aplicação de políticas públicas para recursos hídricos no Semiárido brasileiro. No entanto, sua eficácia na promoção de impactos ambiental e socioeconômico tem sido limitada (Montenegro; Montenegro, 2012).

Água de açudes e seus usos

O valor econômico/ambiental dos recursos hídricos requer uma gestão integrada, que assume vários aspectos e envolve um conjunto

diverso de ações que compreendem as fases do ciclo hidrológico. Por envolver rios temporários, essa gestão inter-relaciona os sistemas hídricos com outros recursos naturais e comprehende usos e finalidades múltiplas, principalmente no que se refere à construção e utilização de açudes.

Conforme Assunção e Livingstone (1993), a água dos açudes pode ser usada para diferentes propósitos: irrigação de culturas, pecuária, abastecimento de água da população, criação de peixes, geração de eletricidade e turismo, perenização de rios e reserva de água de última instância. O tipo de destino a ser dado à água de açudes geralmente determina o seu volume e o tempo durante o qual deverá ficar armazenada. Por exemplo, a construção de grandes açudes é direcionada para o armazenamento de água plurianual, ou seja, para os anos com pouca ou nenhuma precipitação. O seu uso para irrigação é tão pequeno, no entanto, que não provoca impacto na produção agrícola regional.

Quanto à construção dos açudes, os autores apresentam características bastante variáveis, em particular no que diz respeito a sua geometria. Por geometria, entende-se a forma geral da aguada e do vale barrado pela represa. De acordo com Molle (1994), os três parâmetros mais simples que caracterizam a forma de um açude são: profundidade, superfície e volume. Esses parâmetros não são equivalentes; a importância de cada um deles depende principalmente do uso previsto da represa.

Assim, para o uso destinado ao abastecimento humano ou animal, o fator principal é a profundidade da represa, da qual depende principalmente a duração da disponibilidade em água. Com efeito, a profundidade é o melhor indicador simples do tempo que a represa poderá resistir à evaporação e à infiltração.

Para o uso voltado à irrigação, o fator principal é o volume disponível, do qual dependerá a superfície irrigada, devendo-se, de preferência, haver um espelho d'água limitado, de maneira a reduzir as perdas por evaporação.

Para o uso em cultivos de vazante e/ou piscicultura, é o tamanho do espelho d'água o que importa. No primeiro caso, é favorável uma situação em que o espelho d'água diminui rapidamente (maior superfície plantada) enquanto, no segundo caso, é preferível um espelho d'água grande e pouco variável (o número de peixes é proporcional à superfície livre).

Evaporação e salinidade dos açudes

Segundo estudos realizados por Molle (1989) com base em dados de 11 postos distribuídos no Semiárido e séries variando entre 8 e 25 anos, a evaporação variou entre 2.700 mm a 3.300 mm por ano, sendo que os valores máximos ocorreram nos meses de outubro a dezembro e os mínimos de abril a junho. Isso foi confirmado pelo Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), (Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 2002), que verificou que a evaporação varia de 1.000 mm por ano do litoral da Bahia ao Recife. No interior, atinge 2.000 mm por ano, podendo chegar até a 3.000 mm por ano em Petrolina, PE.

A evaporação tem um papel relevante no processo de salinização como agente facilitador por contribuir para a extração dos sais que são encontrados no solo pelo processo da exsudação (subida da água pelos poros do solo) e como concentrador por retirar apenas a água dos reservatórios, fazendo aumentar a concentração dos sais. Os grandes açudes, devido a seus volumes de água, têm maior inércia (resistência à mudança) e menor amplitude de variação sazonal de salinidade. Ao contrário, os açudes pequenos e médios são reservatórios de inércia geralmente muito reduzida e excessivas amplitudes de variação sazonal de salinidade (baixas variações no período das cheias e altas no período de seca). A sazonalidade é um fator importante na decisão sobre a possibilidade e o gerenciamento do uso das suas águas, haja vista que é no período de seca, quando a demanda aumenta, que a qualidade da água se encontra mais comprometida.

Variáveis climáticas e disponibilidade hídrica em açudes

Estudos sobre a influência das precipitações na disponibilidade hídrica de reservatórios, principalmente relacionados ao manejo de bacias hidrográficas visando à produção e aos usos eficientes da água e à manutenção de sua qualidade, são altamente relevantes. O Semiárido brasileiro apresenta grande quantidade de açudes de diferentes portes, em sua maioria, destinados para uso pelas famílias.

No contexto das mudanças climáticas, os cenários publicados pelos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) (Metz et al., 2007) são considerados preocupantes para todo mundo quanto

aos aspectos de elevação da temperatura e de quantidade e distribuição das precipitações. Dos cenários previstos, aqui será citado o mais drástico. Especificamente no caso do Brasil, os impactos mais severos poderão ocorrer no Semiárido, que tende a ficar mais seco devido principalmente: à redução de 15% a 20% das chuvas e à ocorrência de secas mais intensas; à significativa redução do nível de água dos reservatórios subterrâneos, com estimativas de redução de até 70% até o ano 2050; ao aumento da temperatura entre 3 °C a 4 °C para a segunda metade do século 21, dentre outros.

A partir de estudo realizado no município de Petrolina, PE, por Pereira et al. (2011a), foi possível verificar que, nos últimos anos, os açudes não têm operado na sua capacidade total de armazenamento de água. A caracterização física dos açudes no município de Petrolina, PE, permitiu constatar o assoreamento da bacia hidrográfica, na maioria deles, ocasionado pelo carreamento do solo de áreas adjacentes devido à presença de pouca vegetação em suas margens e de área destinada à captação e escoamento da água de chuva. Considerando-se a capacidade de armazenamento de quatro açudes do município (Tabela 4), são apresentadas as áreas de captação necessárias para a situação atual, com base na precipitação média anual de 530,0 mm, e para uma situação de redução de 20% no valor da precipitação média (397,00 mm).

Tabela 4. Capacidade máxima de armazenamento de água, área da microbacia hidrográfica e área de captação necessária considerando a precipitação média atual e o cenário de redução de 20% em seu valor para quatro açudes localizados em Petrolina, PE.

| Reservatório | Capacidade máxima de armazenamento (m ³) | Área da microbacia (km ²) | Área de captação necessária | |
|----------------------|--|---------------------------------------|---|--|
| | | | Sob precipitação atual (km ²) | Sob precipitação 20% reduzida (km ²) |
| Pau Ferro (Barreiro) | 500 | 23,5 | 4,72 | 6,30 |
| Cruz de Salinas | 4.021.375 | 70,85 | 37,94 | 50,65 |
| Cristália | 150.000 | 222,7 | 1,42 | 1,89 |
| Caititu | 225.375 | 665,16 | 2,13 | 2,84 |

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2011b).

Observa-se que o cenário de redução de 20% no total anual de chuva resulta em aumentos significativos nas áreas de captação em três reservatórios quando comparadas com as áreas atuais. Entretanto, em termos práticos, não é possível ampliar essa área de captação. Assim, devem ser realizadas ações técnicas para favorecer o escoamento superficial da água das chuvas para esses reservatórios, como citado anteriormente.

O aumento da evaporação nos cenários futuros poderá reduzir a disponibilidade hídrica dos açudes a 262,3 mm anuais no cenário otimista e a 366,3 mm no cenário pessimista.

A adoção de medidas para favorecer o escoamento superficial pode aumentar o volume de água captada nos açudes. Atividades como revegetação das áreas das bacias, uso de técnicas conservacionistas de solo, técnicas para redução da erosão hídrica, abertura de drenos para direcionar a água de chuva para a bacia hidráulica, entre outras, precisam ser incentivadas diante dos cenários climáticos futuros.

Considerações finais

Como demonstrado pelos estudos e experiências relatados neste capítulo, a falta de acesso à água e a má qualidade da água disponível são fatores limitantes ao desenvolvimento regional e à manutenção das famílias no campo. Nesse contexto, o conhecimento do sistema solo-água-planta-atmosfera e da dinâmica da salinização dos solos torna-se uma ferramenta fundamental para o uso e manejo da agricultura bioassalina.

Além do uso alternativo de água salina ou de rejeitos e do uso múltiplo da água disponível, com a aplicação da lâmina de lixiviação ideal, a drenagem correta e a escolha de uma cultura tolerante à salinidade do meio, a implantação de tecnologias de captação, armazenamento e conservação da água da chuva pode reduzir os riscos de perda da lavoura, contribuindo para a valorização da cidadania e a melhoria não só da segurança alimentar, mas também das condições de vida das famílias no Semiárido brasileiro.

A barragem subterrânea, o Sistema Barraginha, as cisternas e os açudes são tecnologias que têm sido implantadas em vários estados do Nordeste por meio de programas governamentais com o objetivo de disponibilizar água para produção de alimentos e dessedentação de animais.

Com isso, busca-se não só evitar a degradação ambiental, mas também promover o uso racional da água e garantir a sustentabilidade dos sistemas de cultivo e a qualidade de vida dos agricultores familiares do Semiárido brasileiro.

Referências

ALBINATI, R. C. B. Aquicultura em pequenos açudes no semiárido. **Bahia Agrícola**, v. 7, n. 2, p. 66-72, 2006. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/socioeconomia6_v7n2.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2016.

ALBUQUERQUE, P. E. P.; DURÃES, F. O. M. **Uso e manejo de irrigação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 528 p.

ARAÚJO, J. O. de; BRITO, L. T. de L.; CAVALCANTI, N. de B. Água de chuva armazenada em cisterna pode incrementar qualidade nutricional da dieta das famílias. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 1-6, dez. 2011. Edição dos Resumos do 7 Congresso Brasileiro de Agroecologia, Fortaleza, dez. 2011.

ASSIS JÚNIOR, J. O.; ASSIS JÚNIOR, J. O. de; C. F. de; SILVA, F. B. da; SILVA, F. L. B. da; BEZERRA, M. A.; GHEYI, H. R. Produtividade do feijão-de-corda e acúmulo de sais no solo em função da fração de lixiviação e da salinidade da água de irrigação. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 3, p. 702-713, 2007. DOI: 10.1590/S0100-69162007000400013.

ASSUNÇÃO, L. M; LIVINGSTONE, I. Desenvolvimento inadequado: construção de açudes e secas no sertão do nordeste. **Revista Brasileira de Economia**, v. 47, n. 3, p. 425-448, jul. 1993. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbe/article/viewFile/582/7932>>. Acesso em: 6 fev. 2016.

AVALIAÇÃO socioeconómica dos resultados e impactos do Projeto de Desenvolvimento Hidroambiental do Estado do Ceará (PRODHAM) e sugestões de políticas. Fortaleza: Secretaria dos Recursos Hídricos, 2010. 174 p.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: Ed. da UFPEB, 1999. 153 p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 29).

BARBOSA, J. E. L.; ANDRADE, R.S; LINS, R. P.; DINIZ, C. R. Diagnóstico do estado trófico e aspectos limnológicos de sistemas aquáticos da bacia hidrográfica do rio Taperoá, trópico semi-árido brasileiro. **Revista de Biologia e Ciências**

da Terra, Supl. Esp. 1, ago. 2006. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/html/500/50009910/>>. Acesso em: 6 fev. 2016.

BARDACH, J. E. (Ed.). **Sustainable aquaculture**. New York: John Wiley & Sons, 1997. 251 p.

BARROS, L. C. Captação e uso de água, na propriedade, para múltiplos fins. In: ALBUQUERQUE, P. E. P. de; DURÃES, F. O. M. (Ed.). **Uso e manejo de irrigação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 528 p.

BARROS, L. C. de. **Captação de águas superficiais de chuvas em Barraguinhas**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 16 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 2).

BARROS, L. C.; RIBEIRO, P. E. A.; BARROS, I. R.; TAVARES, W. S. **Integração entre barraginhas e lagos de múltiplo uso: o aproveitamento eficiente da água de chuva para o desenvolvimento rural**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 11 p. (Circular técnica, 177).

BARROS, L. C. de; RIBEIRO, P. E. de A. **Barraginhas: água de chuva para todos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 56. p. (ABC da Agricultura Familiar, 21).

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2006. 625 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Programa água doce**: documento base. Brasília, DF: SRHU, 2012. 321 p.

BRITO, L. T. de L.; ARAÚJO, J. O. de; CAVALCANTI, N. de B.; SILVA, M. J. da. Água de chuva armazenada em cisterna produz frutas e hortaliças para o consumo pelas famílias rurais: estudo de caso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 8., 2012, Campina Grande. **Aproveitamento da água de chuva em diferentes setores e escalas: desafio da gestão integrada**. Campina Grande: ABCMAC: INSA: UEPB: UFCG: IRPA; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012. 1 CD-ROM.

BRITO, L. T. de L.; NACIMENTO, T. **Estratégias de manejo da água de chuva na cisterna de produção**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015. 46 p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 265).

BRITO, L. T. de L.; SILVA, A. de S.; MACIEL, J. L.; MONTEIRO, M. A. R. **Barragem subterrânea I: construção e manejo**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1989. 38 p. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de Pesquisa, 36).

CARVALHO JÚNIOR, S. B. de; FURTADO, D. A.; SILVA, V. R. da; DANTAS, R. T.; LIMA, I. S. P.; LIMA, V. L. A. Produção e avaliação bromatológica de espécies forrageiras irrigadas com água salina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n. 10, p. 1045-1051, 2010.

CIRILO, J. A.; ABREU, G. H. F.; COSTA, M. R.; GOLDEMBERG, D.; COSTA, W. D. Soluções para o suprimento de água de comunidades rurais difusas no semiárido brasileiro: avaliação de barragens subterrâneas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 8, n. 4, p. 5-24, out./dez. 2003.

CIRILO, J. A.; COSTA, W. D. Barragem subterrânea: experiência em Pernambuco. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS DE CAPTACAO DE AGUA DE CHUVA, 9., 1999, Petrolina. *Resumos...* Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Singapura: IRCSA, 1999. 11 p. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/237593313>>. Acesso em: 26 fev. 2019.

COSTA, C. T.; PUERARI, E. M.; CASTRO, M. A. H. Barragem subterrânea: a experiência do Estado do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12., 2002, São Paulo. *Anais....* São Paulo: Abas, 2002.

DIAS, N. S.; COSME, C. R.; SOUZA, A. C. M.; SILVA, M. R. F. Gestão das águas residuárias provenientes da dessalinização da água salobra. In: GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. da S.; MEDEIROS, S. de S.; GALVÃO, C. de O. (Ed.). *Recursos hídricos em regiões semiáridas: estudos e aplicações*. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2012. p. 176-187.

DUARTE, A. C. C. *Diagnóstico sócio-ambiental da contribuição das barragens de contenção de enxurradas na minimização dos processos erosivos na vereda do retiro, município de Ibiaí (MG)*. 2010. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Estadual de Montes Claros, Pirapora.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Water at a glance: the relationship between water, agriculture, food security and poverty*. Rome: Water Development and Management Unit, 2007. Disponível em: <<http://www.fao.org/nr/water/docs/waterataglance.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2013.

FERREIRA, E. P.; BRITO, L. T. de L.; NASCIMENTO, T.; ROLIM NETO, F. C.; CAVALCANTI, N. de B. Uso eficiente da água de chuva armazenada em cisterna para produção de hortaliças no Semiárido pernambucano. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 11, n. 2, p. 1-07, 2016. DOI: 10.18378/rvads.v11i2.4035.

FERREIRA, E. P.; BRITO, L. T. de L.; NASCIMENTO, T.; ROLIM NETO, F. C.; CAVALCANTI, N. de B. Cisternas de produção para melhoria da qualidade de vida no Semiárido do estado de Pernambuco. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 4, p. 13-19, 2015. DOI: 10.18378/rvads. v10i4.3 6 13.

FERREIRA, G. B.; COSTA, M. B. B. da; SILVA, M. S. L. da; MOREIRA, M. M.; GAVA, C. A. T.; CHAVES, V. C.; MENDONÇA, C. E. S. Sustentabilidade de agroecossistemas com barragens subterrâneas no Semiárido brasileiro: a percepção dos agricultores na Paraíba. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 1, p. 19-36, 2011.

GNADLINGER, J.; SILVA, A. S.; BRITO, L. T. L. P1+2: Programa uma terra e duas águas para um semiárido sustentável. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. p. 63-77.

GREY-GARDNER, R. **Rainwater harvesting at mutitjulu**. Austrália: Centre for Appropriate Technology, 2003.

GUIMARAES, M. J. M.; SIMÕES, W. L.; TABOSA, J. N.; SANTOS, J. E. ; WILLADINO, L. G. Cultivation of forage sorghum varieties irrigated with saline effluent from fish-farming under semiarid conditions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, p. 461-465, 2016. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi. v20n5p461-465.

GURGEL, G. C. S.; SANTOS, W. O.; BEZERRA, F. G.; BARRETO, H. B. F.; LIMA, C. B. Produção de milho verde cultivado irrigado por gotejamento com água do efluente de aquicultura. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 771, 2012.

HAZLEWOOD, A.; LIVINGSTONE, I. **Irrigation in poor countries**. London: Pergamon, 1982.

IBGE. **Hidroquímica dos mananciais subterrâneos região nordeste**. 2013. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geologia/levantamento_hidrogeologico_e_hidroquimico/mapas/regionais/nordeste_hidroquimica_superficial.pdf>. Acesso em: 7 dez. 2017.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA ARICULTURA – IICA. 2002. Disponível: <<http://www.iica.org.br/aguatrab/> Fran - cisco%20de%20Souza/p4tb04.htm>. Acesso em: 10 ago. 2002.

LANDAU, E. C.; BARROS, L. C. de; RIBEIRO, P. E. de A.; BARROS, I. de R. **Abrangência geográfica do projeto Barraginhas no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 45 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 159).

LIMA JÚNIOR, V. A. de; PORTO, R. de Q.; SILANS, A. M. B. P. de; ALMEIDA, C. das N.; SILVA, G. S. da; SANTOS, F. A. dos. Estimativa do volume anual escoado de pequenos açudes no semi-árido nordestino: um estudo de caso na bacia hidrográfica do açude de Sumé - PB. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 18., 2009, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: ABRH, 2009. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/f39a96aac2f6b0c1de22f75fd0073df3_b8e9ca9a07066f5a7d6ab5d86c880991.pdf>. Acesso em: 6 fev. 2016.

MARENKO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade:** caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século 21. Brasília, DF: MMA, [2006]. 163 p.

MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M. SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 7, p. 469-472, [2003].

MELO, R. F. de; BRITO, L. T. de L.; PEREIRA, L. A.; ANJOS, J. B. dos. Avaliação do uso de adubo orgânico nas culturas de milho e feijão caupi em barragem subterrânea. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 6.; CONGRESSO LATINOAMERICANO DE AGROECOLOGIA, 2., 2009, Curitiba. **Agricultura familiar e camponesa:** experiências passadas e presentes construindo um futuro sustentável: anais. Curitiba: ABA: Socla, 2009. 1 CD-ROM.

MELO, R. F. de; OLIVEIRA, A. R. de; SILVA, M. R. B. da; SANTOS, J. M. R. dos. Avaliação da qualidade de água de poço em barragens subterrâneas no Semiárido paraibano. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 10., 2016, Belém, PA. **Desbloquear o potencial de aproveitamento da água de chuva para o Brasil.** Belém, PA: Ed. da UFPA: ABCMAC, 2016.

MELO, R. F. de; ANJOS, J. B. dos; SILVA, M. S. L. da; PEREIRA, L. A.; BRITO, L. T. de L. **Barragem subterrânea:** tecnologia para armazenamento de água e produção de alimentos. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2013 8 p. (Embrapa Semiárido. Circular técnica, 104).

MELO, R. F. de; BRITO, L. T. de L.; PEREIRA, L. A.; ANJOS, J. B. dos. Avaliação do uso de adubo orgânico nas culturas de milho e feijão caupi em barragem subterrânea. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 6.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE AGROECOLOGIA, 2., 2009, Curitiba. **Anais:** agricultura familiar e camponesa: experiências passadas e presentes construindo um futuro sustentável Curitiba: ABA: Socla, 2009. 1 CD-ROM.

METZ, B.; DAVIDSON, O.; BOSCH, P.; DAVE, R.; MEYER, L. **Climate Change 2007: mitigation.** New York: IPCC; Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 841 p.

MOLLE, F. **Geometria dos pequenos açudes.** Recife: Sudene: Orstom: Tapi, 1994. 135 p. (Brasil. Sudene. Série Hidrologia, 29).

MOLLE, F. **Perdas por evaporação e infiltração em pequenos açudes.** Recife: Sudene: PRN: HME, 1989. (Brasil. Sudene. Série Hidrologia, 25).

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. In: GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. da S.; MEDEIROS, S. de S.; GALVÃO, C. de O. (Org.). **Recursos Hídricos em Regiões Semiáridas: estudos e aplicações.** Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. p. 1-27.

NOGUEIRA FILHO, H.; SANTOS, O.; BORCIONI, E.; SINCHAK, S.; PUNTEL, R. Aquaponia: interação entre alface hidropônica e criação superintensiva de tilápias. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, 2003.

OLIVEIRA, E. G.; SANTOS, F. J. S. Conservação e uso racional de água: integração aquicultura-agricultura. In: MEDEIROS, S. de S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. de O.; PAZ, V. P. da S. (Ed.). **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas.** Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. p. 113-152.

OLIVEIRA, J. B. **Manual técnico operativo do PRODHAM.** Fortaleza: Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará, 2001.

PEREIRA, L. A.; BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; CAVALCANTI, N. de B.; OLIVEIRA NETO, C. A. de; SILVA, T. G. F. da; TAURA, T. A. Influência de variáveis climáticas na disponibilidade hídrica de açudes em Petrolina, PE. In: SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 3., 2011a, Juazeiro. **Experiências para mitigação e adaptação.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. 1 CD-ROM. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/51553/1/Luiza.pdf>>. Acesso em: 6 fev. 2016.

PEREIRA, L. A.; CAMPECHE, D. F. B.; ALVAREZ, I. A.; PEREIRA, M. C. T. Influência do clima no armazenamento de água em açude. In: SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 3., 2011, Juazeiro. **Experiências para mitigação e adaptação.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011b. 1 CD-ROM. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/51221/1/Lucio1.pdf>>. 6 fev. 2016.

QIANG, ZHU; LI, YUANHONG. Rainwater Harvesting in the Loess Plateau of Gansu, China and Its Significance. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE

SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA, 9., 1999, Petrolina. [Anais...]
Petrolina, 1999.

RELATÓRIO completo de avaliação e impacto da barragem subterrânea. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2014. 34 p.

RODRIGUES, L. dos S.; BARROS, I. de R.; MINGOTE, D. A.; ANDRADE, L. E. B. de; RIBEIRO, P. E. de A.; BARROS, L. C. de. Disseminação das tecnologias sociais Barraginhas e lago de múltiplo uso para segurança hídrica de lavouras e alimentar de comunidades. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. Diversidade e inovações na era dos transgênicos: resumos expandidos. Campinas: Instituto Agronômico; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. p. 3677-3688 1 CD-ROM.

SANTOS, C. A. F.; BARROS, G. A. de; SANTOS, I. C. dos; FERRAZ, M. G. de. Comportamento agronômico e qualidade culinária de feijão-caupi no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 3, p. 404-408, 2008.

SILVA, A. de S.; BRITO, L. T. Barragem subterrânea: água para produção de alimentos. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007a, p. 121-137.

SILVA, M. S. L. Exploração agrícola em barragens subterrânea. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 6, jun. 1998.

SIMÕES, W. L.; YURI, J. E. ; GUIMARÃES, M. J. M. ; SANTOS, J. E. ; ARAUJO, E. F. J. Beet cultivation with saline effluent from fish farming. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, p. 62-66, 2016. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v20n1p62-66.

SOUZA, P. A.; NEGREIROS, M. Z.; MENEZES, J. B.; BEZERRA NETO, F.; SOUZA, G. L. F. M.; CARNEIRO, C. R.; QUEIROGA, R. C. F. Características químicas de alface cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 754-757, jul./set. 2005.

VITAL, T. **Pesquisa com pequena irrigação no nordeste do Brasil: a experiência do Casi**. Recife: Ed. da UFRPE: DLCH: cmar, 1985. 115 p.

Capítulo 7

Alternativas alimentares para os rebanhos

*Tadeu Vinhas Voltolini
Sheilla Rios Assis Santana
Gabiane dos Reis Antunes
Gherman Garcia Leal de Araújo*

Os rebanhos bovino, ovino e caprino da região Nordeste do Brasil equivalem a 12,6%, 65,6% e 92,9% dos respectivos plantéis nacionais (IBGE, 2017), o que indica a importância da pecuária para essa região brasileira e ressalta a relevância dessa região na pecuária nacional. Grande parte dos rebanhos regionais está no Semiárido, que, por sua vez, engloba parte de oito estados da região Nordeste, além de porção situada no Norte do estado de Minas Gerais. Nessa região, a produção pecuária está concentrada, em sua maioria, em estabelecimentos de base familiar. A criação de bovinos, caprinos e ovinos destinados à produção de carne, assim como a criação de bovinos e caprinos para a produção de leite, é realizada ao longo de toda a sua extensão, contribuindo para a produção de alimentos e a geração de empregos e renda e impulsionando a economia de toda a região (Santos et al., 2011a).

No Semiárido brasileiro, os índices zootécnicos dos rebanhos, assim como os de rentabilidade das propriedades rurais, são considerados baixos e, dentre tantos fatores limitantes, a escassez de alimentos aos animais é apontada como um dos principais. Apesar disso, atualmente, há alternativas em potencial para melhorar o aporte alimentar aos rebanhos. Dentre elas,

estão o uso racional do pasto nativo, a utilização de plantas exóticas (que, na região semiárida brasileira, encontraram características ambientais para sua adaptação e desenvolvimento), o uso de resíduos agrícolas e agroindustriais e a conservação de alimentos para os animais. Neste capítulo, são apresentadas algumas dessas alternativas alimentares para os rebanhos da região semiárida brasileira.

Caatinga como pastagem nativa

A caatinga é a vegetação predominante no Semiárido brasileiro, cobrindo 86,1% da sua área, 53% da área da região Nordeste e 9,8% do Brasil, sendo uma vegetação exclusivamente brasileira. Apresenta múltiplas possibilidades de uso incluindo-se a potencialidade forrageira. O uso dessa vegetação nativa para a alimentação dos animais é muito empregado e de grande importância para a pecuária regional, constituindo-se em base alimentar de rebanhos em muitas localidades.

A caatinga caracteriza-se, de forma geral, pela presença de plantas caducifólias, com espinhos e folhas pequenas, e é constituída por arbustos e árvores de pequeno porte, sendo rica em cactáceas, bromeliáceas, euforbiáceas e leguminosas. Estima-se que mais de 70% das suas espécies botânicas participem da dieta dos ruminantes domésticos (Andrade et al., 2010). Na Figura 1, são apresentadas imagens da vegetação nativa (caatinga), uma delas com a presença de animais, no município de Juazeiro, BA, durante o período chuvoso e no município de Petrolina, PE, durante o período seco.

Fotos: Tadeu Voltolini



Figura 1. Caatinga durante o período chuvoso com a presença de ovinos em Juazeiro, BA (A) e durante o período seco no município de Petrolina, PE (B).

Visando ao pastejo dos animais, essa vegetação pode ser utilizada em sua forma natural (Figura 2) ou com alguma técnica de manejo que contribua para o aumento da biomassa pastejável, evitando-se concomitantemente perdas significativas da biodiversidade (Araújo Filho, 2013) (Figura 2). Algumas técnicas de manejo pastoril da caatinga são o raleamento, o rebaixamento e o enriquecimento.

O raleamento consiste em controlar a presença de plantas lenhosas com menor potencial forrageiro, de modo a reduzir o sombreamento na área e permitir maior incidência de luz solar. Nesse manejo, no período chuvoso, as sementes das plantas herbáceas que se encontram no solo germinam, o que favorece a presença dessas espécies e faz aumentar a biomassa pastejável na área (Araújo Filho, 2013).



Figura 2. Técnicas de manejo da caatinga para fins pastoris: (A) caatinga natural durante o período seco do ano; (B) caatinga raleada na estação seca; (C) caatinga enriquecida no início do período chuvoso.

O rebaixamento baseia-se em promover podas em plantas de espécies arbustivas e arbóreas com potencial forrageiro – sabiá (*Mimosa caesalpiniifolia* Benth.), mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.], cuja folhagem apresenta-se fora do alcance dos animais. Com a rebrota, a folhagem ficará disponibilizada em alturas acessíveis aos animais. As podas são normalmente realizadas no terço final do período seco ou no início do período chuvoso e podem contribuir também para o maior aparecimento de plantas herbáceas. Essa prática geralmente beneficia a espécie caprina, que tem hábito ramoneador/pastejador. O raleamento/rebaixamento representa a combinação dos dois métodos anteriormente citados, podendo beneficiar tanto ovinos quanto caprinos (Araújo Filho, 1992).

O enriquecimento caracteriza-se por adicionar à vegetação já existente, em uma caatinga raleada, outras espécies de plantas (principalmente

herbáceas) com potencial forrageiro. Essa técnica visa aumentar a presença e a produção de forragem pastejável e, consequentemente, a capacidade de suporte da área (Araújo Filho, 2013). Algumas plantas indicadas para o enriquecimento são: capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), capim-gramão (*Cynodon dactylon* var *aridus* Harlan & de Wet), capim-andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth.), capim-corrente [*Urochloa mosambicensis* (Hack.) Dandy], leucena [*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit], cunhã (*Clitoria ternatea* L.) e guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.].

A biomassa da caatinga ou a massa de forragem do pasto nativo é variável em função de diversos fatores, como as características edafoclimáticas da região. Mas, de acordo com Araújo Filho (1992), podem ser obtidos valores da ordem de 4 t ha⁻¹ de matéria seca a partir da porção forrageira da parte aérea das plantas lenhosas (árvores e arbustos), normalmente situada até 1,50 m de altura e composta principalmente por galhos finos, e das folhas e ramos das espécies herbáceas. Normalmente, a maior parte dessa biomassa ocorre na estação chuvosa e é proporcionada pelo estrato herbáceo. Mudanças estacionais e do estágio de sucessão secundária da vegetação, resultantes dos usos passado e presente da área, também são fatores que afetam a massa de forragem da caatinga (Araújo Filho; Silva, 2007).

Na caatinga, são encontrados três estratos de plantas: as herbáceas, as arbustivas e as arbóreas. Segundo Araújo Filho e Crispim (2002), em uma vegetação natural de caatinga, 90% da biomassa se concentram nas plantas lenhosas e apenas 10% nas herbáceas, proporcionando baixo potencial de biomassa pastejável aos animais (Tabela 1).

O rebaixamento, o raleamento e o enriquecimento promovem o aumento da participação de espécies herbáceas na massa de forragem, diminuindo a proporção de lenhosas. A proporção de plantas herbáceas na biomassa pastejável pode chegar a 40%, 60% e 90%, respectivamente, para caatingas rebaixadas, raleadas e enriquecidas (Tabela 1).

Com relação às árvores e arbustos mais altos, durante o período chuvoso, há baixa contribuição desse estrato para o pastejo, uma vez que boa parte da folhagem encontra-se fora do alcance dos animais, principalmente dos caprinos e ovinos. Somente com o início da estação seca, quando as folhas começam a cair, é que elas contribuem mais para a alimentação

Tabela 1. Característica da biomassa da caatinga nativa e submetida a manejos para fins pastoris.

| Caatinga | Biomassa (kg ha ⁻¹ de matéria seca) | Distribuição da biomassa | | Biomassa pastejável (%) |
|-------------|---|--------------------------|--------------|----------------------------|
| | | Lenhosa (%) | Herbácea (%) | |
| Nativa | 4.000 | 90 | 10 | 10 (400 kg) |
| Rebaixada | 4.000 | 60 | 40 | 40 (1.600 kg) |
| Raleada | 4.000 | 20 | 80 | 60 (3.200 kg) |
| Enriquecida | 4.000 | 10 | 90 | 90 (3.600 kg) |

Fonte: Pereira Filho e Bakke (2010).

animal. Porém, seu valor nutritivo já é reduzido em comparação com o da folha verde, e seu efeito sobre o desempenho produtivo é menor.

A capacidade de suporte da caatinga nativa é de 1,5 ha a 2,0 ha por caprinos ou ovinos e de 10 ha a 12 ha por bovino. Já o potencial de produção anual varia de 8 kg ha⁻¹ a 20 kg ha⁻¹ de peso corporal. Com o rebatimento, raleamento e enriquecimento, a capacidade de suporte da área e a produtividade podem ser aumentadas. Para a criação de bovinos, a caatinga enriquecida pode proporcionar taxas de lotação de 1,0 ha a 1,5 ha por bovino e a obtenção anual de 100 kg ha⁻¹ a 150 kg ha⁻¹ de peso corporal, a depender da espécie animal utilizada na área (Tabela 2) (Araújo Filho, 1992; Araújo Filho; Crispim, 2002).

Tabela 2. Capacidade de suporte e produtividade animal em áreas de caatinga nativa ou submetidas a técnicas de manejo para fins pastoris.

| Caatinga | Capacidade de suporte (ha por cabeça) | | | Produtividade anual (kg ha ⁻¹ de peso corporal) | | | Espécie animal mais adequada à vegetação |
|-------------|--|---------|---------|---|-------|---------|--|
| | Bovino | Ovino | Caprino | Bovino | Ovino | Caprino | |
| Nativa | 10-12 | 1,5-2,0 | 1,5-2,0 | 8-10 | 12-15 | 15-20 | Caprina |
| Rebaixada | 2,5-3,0 | 0,5 | 0,5 | 60 | 50 | 37 | Caprina |
| Raleada | 3,5-4,5 | 1,0-1,5 | 0,5-0,7 | 20 | 20 | 40 | Ovina e bovina |
| Enriquecida | 1,0-1,5 | 0,1-0,4 | 0,3-0,5 | 130 | 150 | 100 | Ovina ou bovina |

Fonte: Pereira Filho e Bakke (2010).

As respostas da manipulação da caatinga para fins pastoris são variáveis e dependentes de uma série de fatores, como as condições ambientais da região. Em Petrolina, PE, por exemplo, as técnicas de manejo da caatinga não resultaram em aumento considerável na biomassa pastejável. Nesse caso, o uso da caatinga nativa (sem técnicas de manipulação para fins pastoris) pode ser uma estratégia interessante, desde que se complemente, ao longo do ano, com o cultivo de plantas forrageiras para a reserva estratégica.

Um sistema de produção estabelecido pela Embrapa Semiárido denominado Sistema Caatinga-Buffel-Leucena – CBL (cujo nome remete às três estratégias alimentares usadas em complementaridade) tem como ideia central o uso da caatinga durante o período em que sua vegetação encontra-se verde e o uso das demais culturas – como o capim-buffel, a leucena, a palma-forrageira (*Opuntia* sp. e *Nopalea* sp.) e a maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax & Hoffm.) – durante a estação seca do ano. O capim-buffel foi utilizado por ser uma espécie tolerante à seca e prática para uso e cujo plantio é realizado por sementes e a colheita por pastejo direto dos animais. Já a leucena (que também é tolerante à seca, rica em proteína e cujo plantio é efetuado por sementes) foi utilizada como recurso forrageiro para complementar o aporte proteico aos animais. Apesar de o sistema ter-se iniciado apenas com o capim-buffel e a leucena como culturas complementares ao uso da caatinga, posteriormente, foram inseridas outras leguminosas, como o guandu e a gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.], assim como outras espécies de plantas forrageiras, como a maniçoba, a palma-forrageira , a melancia-forrageira (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) e o sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], compondo o conceito desse sistema de produção.

Na estação seca, o uso exclusivo da caatinga para a alimentação de animais pode ser insuficiente para garantir adequados desempenhos produtivos e reprodutivos. Nesse caso, estratégias de suplementação volumosa ou concentrada podem contribuir para o aporte alimentar para o rebanho. Nogueira et al. (2011) avaliaram, no município de Petrolina, PE, a suplementação diária com 3,5 kg de palma-forrageira in natura picada por cabra mantida na caatinga. Verificaram que essa suplementação estratégica promoveu a manutenção do peso corporal das matrizes nesse período.

Da caatinga, também se destacam algumas plantas com potencial para serem cultivadas, como a maniçoba, o mandacaru (*Cereus jamacaru* DC) e o feijão-bravo [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl]. Muitas delas apresentam parâmetros da composição químico-bromatológica com consideráveis teores de nutrientes (Tabela 3). Cavalcanti e Resende (2004) verificaram que plantas da caatinga são amplamente utilizadas pelos agricultores para a alimentação dos animais no período seco e registraram usos do mandacaru, xique-xique (*Pilosocereus gounellei* (F. A. C. Weber) Byles & Rowley) e facheiro (*Pilosocereus glaucescens* (Lab.) Byles & Rowley) em 46,5%, 10,5% e 12,3%, respectivamente, das propriedades situadas nos estados da Bahia e de Pernambuco.

Tabela 3. Parâmetros da composição químico-bromatológica de plantas nativas da caatinga com potencial forrageiro⁽¹⁾.

| Espécie vegetal | MS | PB | FDN | DMS |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Feno de feijão-bravo [<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl] | 90,23 ^a | 8,53 ^a | 65,32 ^a | 50,42 ^b |
| Feijão-de-rola [<i>Macroptilium lathyroides</i> (L.) Urb.] | 30,80 ^a | 11,64 ^a | 52,17 ^b | 65,90 ^c |
| Facheiro [<i>Pilosocereus glaucescens</i> (Lab.) Byles & Rowley] | 10,46 ^a | 7,29 ^a | 36,56 ^a | 72,51 ^d |
| Jureminha [<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.] | 91,17 ^a | 19,49 ^a | 46,55 ^a | 64,17 ^b |
| Mandacaru (<i>Cereus jamacaru</i> DC) | 14,08 ^a | 9,28 ^a | 54,85 ^a | 58,05 ^a |
| Maniçoba (<i>Manihot pseudoglaziovii</i> Pax & Hoffm.) | 88,56 ^a | 12,71 ^a | 45,88 ^a | 46,10 ^a |
| Mororó [<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.] | 87,50 ^b | 15,50 ^a | 60,50 ^b | 67,90 ^b |
| Feno de sabiá (<i>Mimosa caesalpiniifolia</i> Benth.) | 86,13 ^a | 13,95 ^a | 47,95 ^a | 66,50 ^b |

⁽¹⁾MS = matéria seca (% do alimento), PB = proteína bruta (% da matéria seca), FDN = fibra em detergente neutro (% da matéria seca), DMS = Digestibilidade da matéria seca (% da matéria seca).

Fonte: ^aValadares Filho et al. (2006), ^bNeves et al. (2014), ^cBorges (2017) e ^dLima (1996).

Essas plantas apresentam considerável produção de forragem, especialmente quando se levam em conta as características climáticas da região semiárida brasileira. Em Petrolina, PE, Soares (1989) obteve produtividades anuais da ordem de 3 t ha⁻¹ de matéria seca para o feijão-bravo com densidade de cultivo de 10 mil plantas por hectare, considerando as folhas e os frutos. O feijão-bravo é perene, sendo uma das poucas espécies da caatinga que se mantém com folhas durante o período seco do ano.

A maniçoba também é uma planta perene, sendo ainda bem aceita pelos animais. Araújo e Cavalcanti (2002) reportam que a maniçoba pode produzir anualmente até 5,0 t ha⁻¹ de matéria seca na região de Petrolina, PE. O cultivo dessa planta forrageira pode ser realizado por sementes ou estacas com variações quanto ao espaçamento (os mais adotados são 2 m x 1 m e 1 m x 1 m, com densidades de 5 mil plantas por hectare e 10mil plantas por hectare, respectivamente). Na Figura 3, é apresentada uma área de cultivo da maniçoba no município de Petrolina, PE.



Figura 3. Área de cultivo de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax & Hoffm.) em Petrolina, PE.

As plantas da caatinga se desenvolveram, ao longo dos anos, nas condições ambientais do Semiárido, muitas vezes em solos de baixa fertilidade com pouca profundidade, elevadas temperaturas e baixas e irregulares precipitações pluviais. Portanto, podem apresentar vantagens competitivas em comparação com outros recursos forrageiros em relação ao cultivo na região semiárida brasileira.

É importante considerar que essas plantas podem apresentar espinhos e compostos secundários, como o tanino e glicosídeos cianogênicos. Alguns desses compostos secundários podem ser antinutricionais

ou tóxicos aos animais. O tanino pode se ligar à proteína e, em excesso, diminuir sua digestão e seu aproveitamento pelo animal (Delfino; Canniatti-Brazaca, 2010). Os glicosídeos cianogênicos, por sua vez, podem ser hidrolisados pela ação de enzimas, formando o ácido cianídrico, que pode ser tóxico (Midio; Martins, 2000). A maniçoba é uma das plantas que pode apresentar altos teores de glicosídeos cianogênicos e formar o ácido cianídrico. Contudo, sua secagem para a elaboração de feno e a conservação na forma de silagem diminuem as concentrações de ácido cianídrico, podendo a maniçoba, nessas formas, ser fornecida aos animais.

Espécies de plantas forrageiras exóticas

Dentre as espécies exóticas para o cultivo na região semiárida, algumas que têm se destacado são: palma-forrageira, capim-buffel, capim-corrente, leucena, gliricídia, guandu, cunhã, erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.) e melancia-forrageira (Figura 4).

Palma-forrageira

A palma-forrageira é planta da família das cactáceas, originária do México e introduzida no Brasil no fim do século 19 (FAO, 2001). Na região semiárida brasileira, são cultivados principalmente os genótipos Redonda e Gigante [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] e Miúda ou Doce [*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck] (Menezes et al., 2005), cuja principal destinação é a alimentação animal. Outras cultivares são Orelha de Elefante Mexicana [*Opuntia stricta* (Haw.) Haw.] e IPA Sertânia [*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck].

Em relação a outras plantas, a palma-forrageira possui modificações morfológicas e fisiológicas; por isso, torna-se importante nas regiões áridas e semiáridas. No Semiárido brasileiro, a produtividade dessa cultura em condições de dependência da chuva tem superado a marca de 20 t ha⁻¹ de matéria seca (Santos et al., 2011b). Produtividades acima de 40 t ha⁻¹ de matéria seca utilizando o método adensado de cultivo também têm sido relatadas (Silva et al., 2014).

Como forragem, a palma-forrageira é utilizada na forma in natura (servida picada nos comedouros), mas pode também ser utilizada para a

Fotos: Tadeu Voltolini

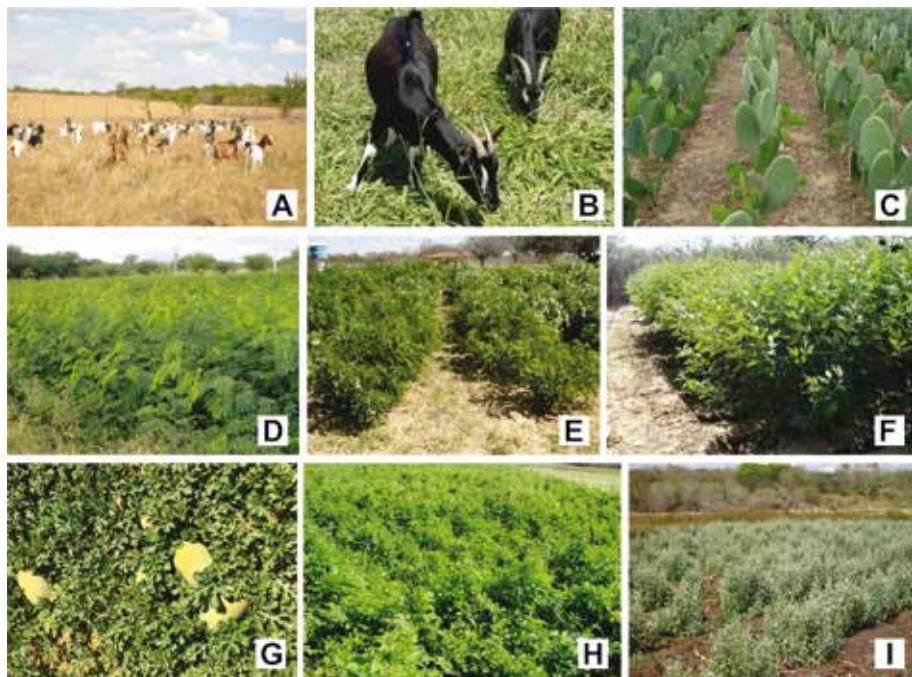


Figura 4. Espécies vegetais exóticas com potencial para uso como plantas forrageiras na região semiárida brasileira: capim-buffel (*Cenchrus ciliaris*) diferido pastejado por caprinos (A), capim-corrente (*Urochloa mosambicensis*) pastejado por caprinos (B), palma-forrageira (*Opuntia ficus-indica*) (C), leucena (*Leucaena leucocephala*) (D), gliricídia (*Gliricidia sepium*) (E), guandu (*Cajanus cajan*) (F), melancia-forrageira (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) (G), cunhã (*Clitoria ternatea*) (H) e erva-sal (*Atriplex nummularia*) (I).

confecção do farelo (que consiste na Trituração e desidratação das raquetes), além de poder ser conservada na forma de silagem.

Em regiões em que o cultivo da palma-forrageira sofre restrições por conta dos parâmetros climáticos (elevadas temperaturas e baixíssimas e irregulares precipitações pluviais, muitas vezes inferiores a 300 mm anuais), tem se utilizado a complementação hídrica na cultura, que é o aporte adicional de água para a planta no período em que não está chovendo. Em muitas situações, o volume de água aplicado em complementação hídrica na palma-forrageira não atende totalmente à necessidade hídrica da cultura, mas contribui para aumentar a produção da planta.

Com a complementação hídrica, normalmente a água é aplicada por gotejamento em intervalos e volumes variáveis. Na Figura 5, é apresentada uma área de cultivo de palma-forrageira recebendo complementação hídrica.



Fotos: Tadeu Voltolini

Figura 5. Palma-forrageira (*Opuntia stricta* 'Orelha de Elefante Mexicana') cultivada com complementação hídrica.

Nesse modelo de produção, a palma tem apresentado elevada produtividade, com antecipação da idade para o primeiro corte e possibilidade de plantio em outras épocas do ano além do período chuvoso. A complementação hídrica pode permitir ainda que, em regiões consideradas inaptas ou com restrição ao cultivo dessa planta por conta de fatores climáticos, a palma-forrageira possa ser cultivada.

Rocha et al. (2017) avaliaram as respostas produtivas e estruturais de três cultivares de palma-forrageira (Miúda, Orelha de Elefante Mexicana e IPA 20) em diferentes intervalos de corte (4, 8, 12 e 16 meses) e observaram que a 'Orelha de Elefante Mexicana' apresentou maior produtividade e melhor eficiência no uso da água em comparação com as demais. Além disso, seu o corte foi realizado aos 16 meses após o plantio, o que proporcionou maior produção de forragem quando comparada à dos cortes mais precoces. Aos 12 meses após o plantio, as massas de forragem das cultivares Orelha de Elefante Mexicana, IPA 20 e Miúda foram superiores a 300 t ha⁻¹ de matéria verde.

A palma-forrageira apresenta, em geral, baixos teores de matéria seca, de proteína bruta e de fibras, enquanto possui elevada concentração de carboidratos não fibrosos. Por apresentar cerca de 90% de água em sua constituição, representa uma importante fonte de água para o rebanho.

Capim-buffel

O capim-buffel é uma gramínea originária da África, perene, de plantio por sementes e com boa aceitação pelos animais e elevado potencial para o cultivo em regiões áridas e semiáridas. Algumas das principais cultivares são: Biloela, Gayndah, Aridus e CPATSA 7754. Segundo Oliveira (2005), o capim-buffel pode atingir até 12 t ha⁻¹ de matéria seca por ano na região semiárida brasileira.

O capim-buffel pode ser utilizado para o pastejo direto tanto na época chuvosa quanto na época seca do ano (pastejo diferido), além de poder ser usado na confecção de fenos e silagens visando à reserva estratégica para o período de escassez de alimentos.

Sua utilização pode também estar associada ao manejo integrado, como na técnica de enriquecimento da caatinga (Moreira et al., 2007). Andrade et al. (2007) avaliaram a terminação de ovinos da raça Santa Inês em caatinga enriquecida com capim-buffel e três níveis de suplementação (0, 1,0% e 1,5% do peso corporal) e observaram ganhos de peso de 77,0 g dia⁻¹, 134,0 g dia⁻¹ e 190,0 g dia⁻¹, respectivamente.

Em pastagens de capim-buffel, Oliveira et al. (2016) avaliaram as respostas de ovinos sem padrão racial definido durante 1 ano. Com precipitação pluvial no período de 522 mm, os autores observaram ganhos médios diários que variaram de 54,12 g por animal a 68,04 g por animal e taxas de lotação de 11,1 ovinos por hectare a 12,5 ovinos por hectare.

Capim-corrente

Originário da África, o capim-corrente é uma gramínea perene e bem aceita pelos animais. Em Petrolina, PE, em condição de sequeiro, a produtividade dos pastos variou de 2,50 t ha⁻¹ a 3,50 t ha⁻¹ de matéria seca por ano, possibilitando taxas de lotação de 0,7 a 0,9 unidade animal por hectare por ano utilizando bovinos. Contudo, os ganhos de peso proporcionados

por essa planta forrageira foram inferiores aos propiciados pelos pastos de capim-buffel (Oliveira, 2005).

Seu plantio é realizado por sementes, e a planta pode ser destinada ao pastejo direto nos períodos chuvoso e seco do ano, além de servir para a fenação e ensilagem.

Camurça et al. (2002) avaliaram o desempenho produtivo de ovinos da raça Santa Inês em confinamento recebendo rações à base de feno de gramíneas tropicais, dentre eles o feno do capim-corrente. Nesse estudo, a ração com o capim-corrente (30% de concentrado e 70% de volumoso) apresentou 14,85% de proteína bruta (com base na matéria seca) e proporcionou ganhos de 151,36 g dia⁻¹ por animal. Esses ganhos foram semelhantes aos proporcionados pelas rações compostas pelos fenos com outras gramíneas tropicais [capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e capim-milhã-roxa (*Panicum molle* Swartz)].

O capim-corrente também foi avaliado por Almeida et al. (2012), que forneceram suplementos concentrados à base de farelo de vagem de algaroba [*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.], sorgo ou trigo (1% do peso corporal ao dia) para cordeiros da raça Santa Inês e observaram ganhos de peso que variaram de 78,2 g dia⁻¹ a 100,9 g dia⁻¹ por ovino, a depender do concentrado fornecido.

Leucena

A leucena é uma planta arbustiva ou arbórea (cuja altura pode variar de 5 m a 18 m), perene, de crescimento rápido e originária da América Central. No Nordeste do Brasil, essa leguminosa foi difundida em meados dos anos 1970, mas somente na década de 1980 ocorreu a distribuição em massa de sementes (Santana Neto et al., 2015).

A leucena pode ser utilizada para a formação de bancos de proteína, submetida ao pastejo direto pelos animais ou conservada na forma de feno ou silagem. Também pode ser usada para a formação de legumineiras visando ao corte. Pode ainda ser consorciada com culturas anuais ou perenes.

Seu plantio é efetuado por sementes com espaçamentos que variam de 1,0 m a 2,0 m entre linhas e 0,5 m a 1,0 m entre plantas, gerando

densidades de cultivo de 5 mil plantas por hectare a 20 mil plantas por hectare. Sua produtividade pode variar de 1,50 t ha⁻¹ a 7,50 t ha⁻¹ de matéria seca por ano, sendo rica em proteína, razão pela qual pode substituir parte de ingredientes concentrados proteicos em rações e suplementos para bovinos, caprinos e ovinos.

Essa leguminosa apresenta um aminoácido chamado mimosina, que pode provocar a perda de pelo, sobretudo nos animais jovens. Esse efeito ocorre principalmente quando a leucena é consumida em grande quantidade por período que excede 6 meses. Cultivar a leucena em consórcio com outras culturas forrageiras (usando-se até 30% dessa leguminosa na área) pode reduz a ingestão desse aminoácido quando for usada como banco de proteína. A introdução gradual dessa planta na dieta dos animais e o seu fornecimento na forma de feno também são estratégias para diminuir a concentração na dieta e a ingestão desse aminoácido.

Moreira et al. (2008) avaliaram as respostas produtivas de caprinos alimentados com ração – composta por 30% (de matéria seca) de feno de leucena e 70% (de matéria seca) de concentrado – associada ao aleitamento materno em comparação com caprinos soltos na caatinga durante todo o dia acompanhando as mães. Os animais alimentados com leucena e concentrado tiveram ganhos da ordem de 187 g dia⁻¹ por animal, enquanto os cabritos que acompanharam as cabras apresentaram ganhos de 60 g dia⁻¹ por animal.

Souza e Espíndola (2000) avaliaram o desempenho produtivo de cordeiros mantidos em pastagens de capim-buffel em associação com banco de proteína. Os autores verificaram que foi possível elevar a taxa de lotação nas pastagens de 4 cordeiros por hectare para 6 cordeiros por hectare quando esse banco de proteína foi a leucena. O aumento na taxa de lotação não fez reduzir o ganho de peso dos animais e proporcionou maior produtividade por unidade de área. Nesse estudo, o banco de proteína com a leucena promoveu ganho de peso aos cordeiros mesmo no período seco do ano utilizando 6 ovinos por hectare.

Gliricídia

A gliricídia é uma leguminosa arbórea oriunda do México, América Central e do Norte da América do Sul. Possui crescimento rápido,

enraizamento profundo e tolerância à seca. São amplas suas possibilidades de uso, como em reflorestamento, adubação verde, cercas-vivas, recuperação de solos e alimentação animal como banco de proteína ou nas formas de silagem ou feno.

A gliricídia pode ser plantada por sementes ou estacas, e seus principais espaçamentos de cultivo variam de 1,0 m a 2,0 m entre linhas e 0,5 m e 1,0 m entre plantas com densidade de 5 mil plantas por hectare a 20 mil plantas por hectare. Pode não ser prontamente aceita pelos animais nas primeiras vezes em que é fornecida, principalmente in natura, sendo necessário adaptar os animais ao seu uso ou fornecê-la nas formas de silagem ou feno para melhorar sua aceitação inicial.

Costa et al. (2009) avaliaram a inclusão de folhas frescas de gliricídia associadas ou não ao capim-elefante na dieta de ovinos da raça Santa Inês e verificaram que o fornecimento exclusivo de gliricídia ou associado com o capim-elefante promoveu maior ganho de peso e melhor conversão alimentar aos cordeiros em relação ao fornecimento exclusivo do capim-elefante. Nesse estudo, a utilização de 2% de folhagem de gliricídia (% da matéria seca) em relação ao peso corporal do animal associada ao fornecimento, à vontade, de capim-elefante proporcionou ganho de peso de 90 g dia⁻¹ por cordeiro.

Guandu

O guandu ou andu é originário da Índia e tem diversas potencialidades de uso, como a alimentação humana, a adubação verde e a alimentação animal.

Como forragem, o guandu pode ser fornecido nas formas de feno e silagem ou verde picado ou pode ser pastejado diretamente. Pode ser usado como banco de proteína ou em consorciação com gramíneas. Estudos realizados durante 6 anos nas condições de sequeiro na Estação Experimental da Caatinga da Embrapa Semiárido culminaram na recomendação do guandu ‘Taipeiro’ por apresentar bom desempenho produtivo e potencial forrageiro (Santos et al., 2005).

Wanderley et al. (2012) avaliaram diferentes alternativas alimentares (silagem de sorgo, silagem de girassol, feno de leucena, feno de

capim-elefante e feno de guandu) em associação com a palma-forrageira em rações para ovinos. Eles observaram que as rações compostas por palma e guandu proporcionaram semelhantes consumos e coeficientes de digestibilidade da matéria seca e proteína bruta em comparação com os dos demais volumosos.

Cunhã

A cunhã é uma leguminosa cuja origem é controversa entre a Indonésia (Gupta et al., 2010) e outros locais do continente asiático (Avalos et al., 2004). Apresenta diversas formas de utilização, tais como: alimentação animal, cobertura vegetal, ornamentação e potencial medicinal (Gupta et al., 2010). Trata-se de planta com raízes profundas, distribuída em toda a Zona Tropical do globo terrestre e com propagação realizada por sementes, sendo uma espécie considerada como tolerante à seca (Barros et al., 2004).

Pode ser usada como forragem em pastejo direto, como banco de proteína ou legumineira (para corte), sendo essa última disponibilizada aos animais na forma in natura, emurchedida ou como feno (Avalos et al., 2004). A planta pode ser cultivada com ou sem suporte, apresentando alto potencial produtivo, sendo ainda rica em proteína. Araújo Filho et al. (1994) avaliaram as respostas produtivas da cunhã durante 840 dias em diferentes alturas e intervalos de cortes recebendo aplicação adicional de água (irrigação) no período seco e durante o período chuvoso quando havia escassez de chuva. Os autores observaram produtividades por corte que variaram de 1,90 t ha⁻¹ a 4,86 t ha⁻¹ de matéria seca e produtividades anuais de 16,52 t ha⁻¹ a 23,99 t ha⁻¹ de matéria seca, a depender do intervalo de cortes. Eles recomendaram o corte da cunhã na altura de 5 cm a 10 cm em intervalos de 56 dias.

Barros et al. (2004), ao avaliarem a cunhã em rações para cordeiros com o uso de diferentes proporções desse feno na ração (de 55% a 85% da matéria seca), observaram ganhos de peso médio diário de até 172,8 g por animal.

Erva-sal

A erva-sal é uma planta originária da Austrália e que foi introduzida no Semiárido brasileiro na década de 1940. Recebe esse nome devido à

particularidade de ser capaz de absorver e acumular sais em seus tecidos. Seu plantio é realizado por estacas, a partir das quais se obtêm mudas. No Brasil, as produtividades relatadas variam entre 5,0 t ha⁻¹ e 33,0 t ha⁻¹ de matéria seca por ano, variação que depende de condições climáticas, irrigação, espaçamento entre plantas e idade de corte (Araújo, 2011).

A erva-sal apresenta alto teor de minerais em sua composição (de 17,0% a 30,0% da matéria seca), grande parte dos quais é constituída por sódio, cloro e potássio (Moreno, 2011). A erva-sal pode ser usada em pastejo direto; entretanto, recomenda-se cortá-la, triturá-la e fornecê-la na ração nas formas de feno ou silagem em até 30% da matéria seca. Os plantios podem ser feitos com espaçamentos que variam de 1 m x 1 m a 4 m x 4 m entre linhas e plantas, com densidades que podem atingir 10 mil plantas por hectare, e o corte pode ser realizado em intervalos de 6 a 12 meses.

Moreno et al. (2014) utilizaram o feno de erva-sal variando de 30% a 60% na dieta de cordeiros confinados, complementando a ração com concentrado, e observaram ganhos de 193,4 g dia⁻¹ por animal. O maior ganho foi obtido com a inclusão de 30% de feno.

Melancia-forrageira

A melancia-forrageira (conhecida também como “melancia-do-mato”, “melancia-de-cavalo” ou “melancia-de-porco”) é uma planta da família das cucurbitáceas cuja origem é o continente africano (Oliveira, 2005). Para a alimentação animal, são utilizados os seus frutos, que diferem das melancias tradicionais destinadas ao consumo humano por serem muito firmes e consistentes, apresentarem polpa clara e possuírem baixos teores de açúcares.

Uma particularidade dessa forrageira está na sua conservação: depois de maduro e colhido, o fruto, quando bem armazenado, se conserva por vários meses. A produtividade pode chegar a 30,0 t ha⁻¹ de frutos ou 3,0 t de matéria seca, considerando 10% de matéria seca nos frutos. A melancia-forrageira pode ser fornecida picada in natura ou ser utilizada para a confecção do farelo depois da desidratação e da moagem do material (Oliveira, 2005). Oliveira e Silva (2009) observaram ganhos de peso de bovinos da ordem de 4 kg a 8 kg por mês por animal quando receberam suplementação com melancia-forrageira.

Comparativo entre as plantas forrageiras exóticas

Em geral, nas propriedades rurais do Semiárido brasileiro, existem algumas opções de plantas forrageiras exóticas que podem ser utilizadas. Esses recursos forrageiros apresentam múltiplos potenciais e características diversas: alguns com elevado potencial para fornecerem água aos rebanhos, além de nutrientes, como é o caso da palma-forageira e da melancia-forageira, cujos teores de matéria seca são baixos (Tabela 4), outros com potencial para contribuir para o aporte de proteína, já que apresentam teores de proteína superiores a 15% da matéria seca, como a leucena, a gliricídia e o guandu (Tabela 4).

Tabela 4. Composição químico-bromatológica de plantas forrageiras exóticas utilizadas no Semiárido brasileiro.⁽¹⁾

| Espécie | MS | PB | FDN | NDT | DMS |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| Palma-forageira (<i>Opuntia</i> sp.) | 11,21 ^a | 4,91 ^a | 28,35 ^a | 65,99 ^a | 72,70 |
| Capim-buffel (<i>Cenchrus ciliaris</i>) | 46,07 ^a | 6,08 ^a | 79,12 ^a | 61,10 ^b | 27,00 ^a |
| Feno de capim-corrente (<i>Urochloa mosambicensis</i>) | 85,10 ^d | 6,86 ^d | 83,27 ^d | 40,93 ^f | 55,41 ^e |
| Feno de leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>) | 90,90 ^a | 19,89 ^a | 59,26 ^a | 54,67 ^a | 50,92 ^a |
| Gliricídia (<i>Gliricidia sepium</i>) | 22,77 ^a | 16,24 ^a | 41,38 ^a | 61,79 ^h | 68,78 ^a |
| Guandu (<i>Cajanus cajan</i>) | 34,83 ^a | 18,54 ^a | 50,78 ^a | - | 50,11 ^a |
| Feno de cunhã (<i>Clitoria ternatea</i>) | 90,45 ^a | 17,84 ^a | 58,79 ^a | 64,43 ^{a(2)} | 65,24 ^{a(2)} |
| Feno de erva-sal (<i>Atriplex nummularia</i>) | 88,50 ^a | 8,90 ^a | 49,07 ^a | 62,46 ^c | 49,84 ^a |
| Melancia-forageira (<i>Citrullus lanatus</i> var. <i>citroides</i>) | 7,16 ^a | 22,16 ^a | 36,84 ^a | 62,08 ^g | 71,16 ^a |

⁽¹⁾MS = matéria seca (% do alimento), PB = proteína bruta (% da matéria seca), FDN = fibra em detergente neutro (% da matéria seca), NDT = nutrientes digestíveis totais (% da matéria seca), DMS = digestibilidade da matéria seca (% da matéria seca). ⁽²⁾ 50 a 99 dias de intervalo de cortes.

Fonte: ^aNeves et al. (2014), ^bCabral (2014), ^cSilva (2013), ^dCamurça et al. (2002), ^eSilva et al. (1995), ^fAlmeida et al. (2012), ^gSilva et al. (2009) e ^hChagas et al. (2006).

As formas de uso das plantas forrageiras exóticas também são variáveis: podem ser utilizadas para a formação de pastos, visando ao pastejo

direto dos animais (como é o caso do capim-buffel e do capim-corrente) ou para o corte ou como banco de proteína. Há aquelas plantas que podem ser conservados como feno ou silagem e outras que não necessariamente dependem da conservação para serem utilizadas, como a melancia-forrageira. Ou seja, existem opções de recursos forrageiros para as propriedades rurais a depender das características e necessidades de cada uma delas.

Coprodutos e resíduos agroindustriais e agrícolas

Um coproduto é aquele obtido num processo de produção conjunta e cuja comercialização gera retorno financeiro representativo. Esse conceito pode ser aplicado ao farelo de soja e ao farelo de algodão, que são obtidos conjuntamente com a extração do óleo. A comercialização desses farelos, que são ingredientes considerados tradicionais para a ração animal no Brasil, resulta em faturamentos consideráveis. Embora esses dois coprodutos sejam importantes para a alimentação dos rebanhos da região semiárida, muitas vezes, para a agricultura de base familiar, os custos para adquiri-los podem ser muito altos, havendo necessidade de buscar alimentos substitutos produzidos na própria região, como os resíduos agroindustriais e agrícolas.

Os resíduos agroindustriais e agrícolas (esses últimos também denominados de “restos culturais”) são materiais remanescentes dos processos de obtenção de um produto principal. Alguns desses resíduos podem ainda ser considerados como subprodutos (quando apresentarem baixo teor de fibras e alta concentração de energia digestível) ou podem apresentar altos teores de proteína. O resíduo agroindustrial é o material residual da indústria processadora, enquanto o agrícola é gerado a partir do cultivo. Na Figura 6, estão apresentados o resíduo agrícola do cultivo da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) (terço final da parte aérea) e o resíduo da produção vitivinícola.

Na região semiárida brasileira, estão instaladas agroindústrias importantes, como a processadora de frutas, a sisaleira, a da mandioca e a dos biocombustíveis, que geram diversos resíduos agroindustriais. Pela indústria processadora de frutas, são gerados grandes volumes de resíduos, com destaque para os de caju (*Anacardium occidentale*), manga (*Mangifera*

Fotos: Tadeu Voltolini



Figura 6. Resíduo agrícola do cultivo da mandioca (*Manihot esculenta*) (A) e ração composta por palma-forrageira (*Opuntia ficus-indica*) e resíduo da produção vitivinícola (B).

indica), abacaxi (*Ananas comosus*), acerola (*Malpighia emarginata*) e maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*), além dos da fabricação de vinhos e de suco de uva. De acordo com Pereira et al. (2009), no caso de algumas frutas (como a manga e o maracujá), a quantidade gerada de resíduos chega a representar 70% do volume beneficiado (Tabela 5). Da indústria sisaleira, podem ser obtidos a mucilagem do sisal e o pó da batedeira. Do processamento da mandioca, podem ser geradas a raspa, a casca e a farinha de varredura. Já dos biocombustíveis, podem ser gerados o bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), a torta de mamona (*Ricinus communis*) destoxicificada e a torta e o farelo do licuri (*Syagrus coronata*).

Por um lado, esses resíduos ficam acumulados nos pátios das agroindústrias, acarretando custos desnecessários para elas em virtude da destinação apropriada que requerem. Por outro lado, esses produtos apresentam potencial para serem utilizados na alimentação animal. Na Tabela 5, são apresentados alguns parâmetros da composição químico-bromatológica de resíduos agroindustriais da fruticultura.

Além da destinação, o uso dos resíduos agroindustriais pode contribuir para a redução nos custos com a alimentação animal e, em consequência, nos custos de produção. Muitos dos resíduos agroindustriais apresentam teores consideráveis de proteína bruta, como é o caso do resíduo úmido de cervejaria, da torta de licuri e do farelo de mamona destoxicificado (Tabela 6).

Tabela 5. Total de resíduo gerado e parâmetros da composição químico-bromatológica dos resíduos desidratados da indústria da fruticultura.⁽¹⁾

| Fruta | Resíduo gerado (% do volume beneficiado) | Composição químico-bromatológica (%) | | | |
|---|--|---|--------------------|--------------------|---------------------|
| | | MS | PB | FDN | FDA |
| Abacaxi (<i>Ananas comosus</i>) | 40 a 50 | 88,51 ^b | 9,25 ^b | 66,14 ^b | 34,41 ^b |
| Acerola (<i>Malpighia emarginata</i>) | 27 a 41 | 82,46 ^b | 17,36 ^b | 74,18 ^b | 59,90 ^b |
| Caju (<i>Anacardium occidentale</i>) | 40 | 89,10 ^b | 13,78 ^b | 79,23 ^b | 68,59 ^b |
| Goiaba (<i>Psidium guajava</i>) | 13 a 20 | 86,33 ^c | 8,47 ^c | 73,45 ^c | 54,46 ^c |
| Manga (<i>Mangifera indica</i>) | 60 a 70 | 92,23 ^d | 3,87 ^d | 37,25 ^d | 21,84 ^d |
| Maracujá (<i>Passiflora edulis f. flavicarpa</i>) | 54 a 70 | 88,26 ^b | 13,26 ^b | 57,14 ^b | 44,16 ^b |
| Melão (<i>Cucumis melo</i>) | 45 | 84,56 ^c | 17,33 ^c | 59,10 ^c | 32,60 ^c |
| Tamarindo (<i>Tamarindus indica</i>) | 50 a 60 | 90,51 ^a | 12,69 ^a | 46,10 ^a | 29,82 ^a |
| Uva (<i>Vitis vinifera</i>) | 20 a 30 | 90,60 ^e | 17,00 ^e | 60,36 ^e | 52,19 ^{e5} |

⁽¹⁾ MS = matéria seca (% do alimento), PB = proteína bruta (% da matéria seca), FDN = fibra em detergente neutro (% da matéria seca), FDA = fibra em detergente ácido (% da matéria seca).

Fonte: ^aMaia (2015), ^bPereira et al. (2009), ^cLousada Júnior et al. (2006), ^dVieira et al. (2008) e ^eBarroso et al. (2006).

Tabela 6. Composição químico-bromatológica de resíduos agrícolas e agroindustriais com potencial de uso na alimentação de rebanhos na região semiárida brasileira.⁽¹⁾

| Resíduo agroindustrial | MS | PB | FDN | DMS | NDT |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mucilagem do sisal (<i>Agave sisalana</i> in natura) | 11,0 ^d | 9,0 ^d | 38,20 ^h | 87,97 ^g | 60,00 ^d |
| Casca de mandioca (<i>Manihot esculenta</i>) | 87,77 ^a | 2,43 ^a | 42,99 ^e | – | 65,09 ^e |
| Torta de licuri (<i>Syagrus coronata</i>) | 93,30 ^e | 18,92 ^e | 52,90 ^a | 81,62 ^g | 51,43 ^g |
| Resíduo úmido de cervejaria | 22,08 ^g | 29,27 ^g | 51,86 ^g | 47,76 ^g | 60,94 ^g |
| Bagaço cru de cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) | 68,74 ^a | 1,95 ^a | 80,16 ^a | 71,80 ^a | 45,47 ^a |

Continua...

Tabela 6. Continuação.

| Resíduo agroindustrial | MS | PB | FDN | DMS | NDT |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Farelo de mamona (<i>Ricinus communis</i>) destoxicificado | 90,17 ^c | 40,64 ^c | 45,57 ^f | 71,26 ^f | 67,15 ^f |
| Resíduo do abacaxi (<i>Ananas comosus</i>) | 82,50 ^a | 7,07 ^a | 65,13 ^a | 61,13 ^a | 57,84 ^a |
| Resíduo de vitivinícola | 90,60 ^b | 17,00 ^b | 60,36 ^b | 52,19 ^b | 65,49 ^a |
| Resíduo agrícola | | | | | |
| Pseudocaule do sisal – coroa | 25,90 ^a | 2,70 ^a | 19,90 ^a | 66,60 ^a | 81,70 ^a |
| Parte aérea da mandioca – feno | 88,73 ^a | 14,82 ^a | 51,72 ^a | 44,44 ^a | 62,10 |
| Cana-de-açúcar – ponta | 93,77 ^a | 4,36 ^a | 74,64 | 53,50 | – |
| Restolho do abacaxi | 16,46 ^a | 5,57 ^a | 49,51 | – | 34,99 |

⁽¹⁾MS = matéria seca em %, PB = proteína bruta (% da matéria seca), FDN = fibra em detergente neutro (% da matéria seca), DMS = digestibilidade da matéria seca (% da matéria seca), NDT = nutrientes digestíveis totais (% da matéria seca).

Fonte: ^aNeves et al. (2014), ^bBarroso et al. (2006), ^cPompeu (2009), ^dBrandão et al. (2011), ^eMenezes et al. (2004), ^fPaulino (2017), ^gSilva (2011), ^hSantos (2013) e ⁱNogueira (2013).

A inclusão dos resíduos agroindustriais na dieta dos animais (em quantidades que são variáveis e dependentes de diversos fatores) pode promover aumento no consumo de alimentos e no desempenho produtivo (Cruz et al., 2011). Muitos resíduos agroindustriais (como o resíduo do processamento da acerola) apresentam altos teores de fibra e lignina. Por isso, devem ser incluídos em menores proporções nas rações dos animais. Além do uso direto na alimentação como parte da ração dos animais, alguns resíduos (principalmente os secos) podem contribuir para o processo de ensilagem. A adição dos resíduos secos tem por objetivo aumentar o teor de matéria seca do material a ser ensilado e garantir uma boa fermentação com a predominância do ácido lático, o que faz melhorar a qualidade da silagem produzida.

O pseudocaule do sisal, a parte aérea da mandioca (terço final), a ponta da cana-de-açúcar e o restolho do abacaxi são alguns dos restos culturais com potencial para uso na alimentação animais (Tabela 6) que podem ser encontrados no Semiárido brasileiro. O terço final da parte aérea da mandioca é um resíduo agrícola que merece destaque por apresentar elevados teores de proteína bruta e nutrientes digestíveis totais. Entretanto,

em geral, os resíduos agrícolas apresentam baixos teores de proteína bruta e nutrientes digestíveis totais, sendo normalmente fontes de fibra (Tabela 6).

Salviano (1991) relata que os restos culturais representam alternativas para a alimentação dos animais, especialmente em condições em que o objetivo é a manutenção do peso corporal. Nesse estudo, o autor verificou uso ineficiente desse recurso alimentar oriundo dos cultivos de milho e feijão nas propriedades rurais. Depois da colheita, o material residual era deixado secar no campo e, na época de uso, já apresentava valor nutritivo bem inferior em relação à condição original. Nesse mesmo estudo, foram verificados, para o milho, até $7,3 \text{ t ha}^{-1}$ de resíduos com 6,8% de proteína bruta e, para o feijão-caupi, $2,1 \text{ t ha}^{-1}$ de resíduos com 14,0% de proteína bruta em perímetros irrigados. Conforme concluiu o autor, os restos culturais do milho na dieta de bovinos proporcionam a manutenção do peso corporal, enquanto os de feijão-caupi promovem ganho de peso moderado aos bovinos mantidos em caatinga (Salviano, 1991).

Apesar de os resíduos agroindustriais serem fontes potenciais para a alimentação animal, há limitações quanto ao seu uso, como a irregularidade de sua oferta (já que, muitas vezes, as agroindústrias podem não operar durante todo o ano em função, por exemplo, da sazonal oferta de matéria-prima), a despadronização e desuniformidade dos resíduos (alterações no processamento entre as agroindústrias e características da matéria-prima podem modificar as características do resíduo) e, no caso das frutas, alterações na composição do fruto e, consequentemente, na do resíduo (que podem ocorrer em função de diferentes cultivares e épocas de colheita).

Conservação de forragem

Na região semiárida, há estacionalidade na produção de forragem, fazendo com que, na época seca do ano, haja déficit na quantidade de alimentos a serem destinados aos animais. Nesse caso, a produção de forragem (o que envolve corte e armazenamento para uso em período de maior necessidade) deve ocorrer durante a estação chuvosa (quando há crescimento das plantas forrageiras). Os principais métodos de conservação de alimentos para animais são a ensilagem e a fenação.

Silagem

A silagem é a forragem verde e suculenta armazenada na ausência de ar em depósitos próprios chamados silos. Essa conservação da forragem se dá devido à síntese de ácidos orgânicos oriundos da fermentação dos nutrientes, principalmente a partir dos carboidratos presentes nas plantas forrageiras (Pereira et al., 2011).

A prática de ensilagem tem como principal objetivo a conservação do valor nutritivo inicial do material. Embora o processo de fermentação não melhore a qualidade do alimento, quando a silagem é bem feita, pode se aproximar ao máximo da qualidade do alimento original. As etapas para a ensilagem de uma planta forrageira são: corte, carregamento, descarregamento, compactação e fechamento. Na Figura 7, são apresentadas algumas das etapas de confecção da silagem.

Fotos: Tadeu Voltolini



Figura 7. Etapas da ensilagem: corte e carregamento (A), descarregamento (B e C), compactação com trator (D), cobertura do material ensilado com lona plástica (E), cobertura da lona plástica com terra (F).

Uma silagem bem feita pode ficar armazenada por vários meses e até por anos. A abertura do silo normalmente já pode ser realizada cerca de 30 dias depois do seu fechamento. Embora vários alimentos possam ser utilizados para a ensilagem, a escolha pode ser feita com base na adaptação da cultura a determinada região, na facilidade de colheita e no tipo de uso. Destacam-se

como as forragens mais utilizadas para ensilagem o milho, o sorgo e o milheto (*Pennisetum glaucum*), mas outros recursos forrageiros podem também ser armazenados por esse processo, como a gliricídia, o capim-buffel e a parte aérea da mandioca, respeitando as peculiaridades de cada cultura.

Existem diversos tipos de silos, tais como: trincheira, superfície e silos subterrâneos, aéreos e de encosta (Pereira et al., 2011). A ensilagem também pode ser feita em tambores e até mesmo em sacos. Na Figura 8, são apresentados alguns tipos de silo.

A compactação da forragem pode ser mecânica, pelo pisoteio do homem ou utilizando a tração animal. Após o enchimento, o silo deve ser coberto com lona plástica para proteção contra a ação do vento e da chuva e para evitar o acesso de animais. A escolha do tipo de silo a ser construído depende principalmente da quantidade de silagem a ser armazenada, da topografia do terreno onde ficará o silo e das máquinas e equipamentos disponíveis.



Fotos: Tadeu Voltolini

Figura 8. Tipos de silo: silo tipo cincho (A), tipo rapadura (B) e tipo superfície (C).

Fenação

O feno é a forragem desidratada, conservada pela secagem natural ou artificial. A fenação (o processo de obtenção do feno) é a forma mais antiga de conservação de volumosos. De acordo com Jobim et al. (2007), as principais características a considerar ao escolher uma planta para a produção de feno são o valor nutritivo e a facilidade de desidratação, além de alguns fatores intrínsecos, tais como o diâmetro e o comprimento do colmo e a relação folha/caule.

Diversas plantas forrageiras podem ser conservadas na forma de feno, desde que sejam utilizados métodos e equipamentos corretos no processo

de fenação. O capim Tifton 85 do capim-bermuda [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] e o capim-pangola (*Digitaria decumbens* Stent) são algumas das principais opções para a produção de feno. Entretanto, plantas como o capim-buffel e o capim-corrente podem ser utilizadas com sucesso para a produção de feno, assim como as leguminosas gliricídia, leucena e cunhã.

O processo de fenação tradicionalmente abrange três etapas principais: corte, secagem e armazenamento. A época de corte deve aliar a produtividade e o valor nutritivo da planta, equilibrando a quantidade de forragem com a qualidade. O corte pode ser realizado de forma manual ou mecânica e deve ser efetuado nas primeiras horas da manhã.

A fase de secagem implica a evaporação de grande quantidade de água. Boas condições ambientais, como dias ensolarados, ocorrência de ventos e baixa umidade, favorecem a secagem do material. No campo, esse processo de secagem pode ser dividido em três fases, sendo:

- Fase 1: normalmente, essa fase é rápida e envolve intensa perda de água.
- Fase 2: essa fase se caracteriza por perda de água mais lenta, chegando a teor de umidade em torno de 60% a 65%.
- Fase 3: essa fase inicia-se quando a biomassa apresenta cerca de 45% de umidade e se estende até ela atingir 15% de umidade ou menos.

Na fase 3, é importante fazer a viragem da forragem, pois a movimentação acelera o processo de secagem possibilitando que o ponto de feno seja atingido rapidamente. A viragem deve acontecer em intervalo de 2h a 3h.

Para facilitar o armazenamento e o transporte, o feno pode ser compactado. O local ideal para o armazenamento do feno são os galpões cobertos e arejados. O feno deve ser deixado sobre estrados de madeira, evitando a formação de pilhas muito altas. Contudo, pode-se deixar os fenos armazenados em sacos ou em medas, normalmente cobertas para evitar que as chuvas e o excesso de umidade prejudiquem sua qualidade.

Considerações finais

A alimentação dos rebanhos em regiões áridas e semiáridas do mundo, assim como no Semiárido brasileiro, é um grande desafio aos

sistemas produtivos pecuários. Para os empreendimentos de base familiar em áreas dependentes de chuva da região semiárida brasileira, há alternativas que podem contribuir para o aporte alimentar. A vegetação nativa usada como pasto e de forma adequada, o cultivo de plantas nativas ou exóticas adaptadas e o uso de resíduos agrícolas e agroindustriais são algumas das estratégias para o potencial aumento na quantidade de forragem nas propriedades rurais. Além disso, os produtores podem recorrer a técnicas de conservação de alimentos, como a ensilagem e a fenação, para armazenar os ingredientes e fornecê-los em períodos de maior necessidade, como na época seca do ano.

Referências

- ALMEIDA, P. J. P.; PEREIRA, M. L. A.; SILVA, F. F.; SANTOS, A. B.; PEREIRA, T. C. J.; SANTOS, E. J.; MOREIRA, J. V. Santa Inês sheep supplementation on urochloa grass pasture during the dry season: intake, nutrient digestibility and performance. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 41, n. 3, p. 668-674, mar. 2012. DOI: 10.1590/S1516-35982012000300029.
- ANDRADE, A. D.; COSTA, R. D.; SANTOS, E. M.; SILVA, D. D. Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. *Tecnologia & Ciências Agropecuárias*, v. 4, n. 4, p. 1-14. 2010.
- ANDRADE, I. S.; SOUZA, B. B; PEREIRA FILHO, J. M.; SILVA, A. M. A. Parâmetros fisiológicos e desempenho de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes tipos de suplementação em pastejo. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, p. 540-547, 2007.
- ARAÚJO FILHO, J. A. de; CRISPIM, S. M. A. Pastoreio combinado de bovinos, caprinos e ovinos em áreas de caatinga no Nordeste do Brasil. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE, 1., 2002, Corumbá. *Anais...* Corumbá: Embrapa Pantanal; Concórdia: Universidade de Contestado, 2002. 7 f. 1 CD-ROM.
- ARAÚJO FILHO, J. A. **Manejo pastoril sustentável da Caatinga**. Recife: Projeto Dom Helder Camara, 2013. 200 p.
- ARAÚJO FILHO, J. A. **Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris**. Sobral: Embrapa-CNPC. 1992. 18 p. (EMBRAPA-CNPC. Circular técnica, 11).
- ARAÚJO FILHO, J. A.; GADELHA, J. A.; SILVA, N. L.; PEREIRA, R. M. de. Efeito da altura e do intervalo de corte na produção de forragem da cunhã (*Clitoreia ternatea* L.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 29, n. 6, p. 979-982, 1994.

ARAÚJO FILHO, J. A.; SILVA, N. L. **Manipulação da vegetação da caatinga para produção sustentável de forragem.** Sobral: Embrapa Caprinos, 2007. 11 p. (Embrapa Caprinos. Circular técnica, 34).

ARAÚJO, G. G. L. Utilização de forrageiras halófitas na alimentação de pequenos ruminantes: o potencial da erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 21., 2011, Maceió. **Anais...** Maceió: Zootec, 2011. 1 CD-ROM.

ARAÚJO, G. G. L.; CAVALCANTI, J. Potencial de utilização da maniçoba. In: SIMPÓSIO PARAIBANO DE ZOOTECNIA, 3., 2002, Areia. **Anais...** Areia: Ed. da UFPB, 2002. 1 CD-ROM.

AVALOS, J. F. V.; CÁRDENAS, J. A. B.; CEJA, J. V. R., GUERRERO, J. J. B. Agrotecnia y utilización de *Clitoria ternatea* en sistemas de producción de carne e leche. **Técnica Pecuária em México**, v. 42, n. 1, p. 79-96, 2004.

BARROS, N. N.; ROSSETTI, A. G.; CARVALHO, R. B. Feno de cunhã (*Clitoria ternatea* L.) para acabamento de cordeiros. **Ciência Rural**, v. 34, n. 2, p. 499-504, mar.-abr. 2004.

BARROSO, D. D.; ARAÚJO, G. G. L.; SILVA, D. S.; MEDINA, F. T. Resíduo desidratado de vitivinícolas associado a diferentes fontes energéticas na alimentação de ovinos: consumo e digestibilidade aparente. **Ciência e agrotecnologia**, v. 30, n. 4, p. 767-773, jul.-ago. 2006.

BORGES, R. O. **Caracterização morfoagronômica e avaliação químico-bromatológica de acessos do gênero *Macroptilium*.** 2017. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina.

BRANDÃO, L. G. N.; PEREIRA, L. G. R.; AZEVÊDO, J. A. G.; SANTOS, R. D.; ARAGÃO, A. S. L.; VOLTOLINI, T. V.; NEVES, A. L. A.; ARAÚJO, G. G. L.; BRANDÃO, W. N. Valor nutricional de componentes da planta e dos coprodutos da *Agave sisalana* para alimentação de ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 6, p. 1493-1501, 2011. DOI: 10.1590/S0102-09352011000600029.

CABRAL, J. E. S. **Fracionamento do nitrogênio e dos carboidratos e plantas enconradas na caatinga no Rio Grande do Norte.** 2014. 55 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN.

CAMURÇA, D. A.; NEIVA, J. N. M.; PIMENTEL, J. C. M.; VASCONCELOS, V. R.; LÔBO, R. N. B. Desempenho produtivo de ovinos alimentados com dietas à base de feno de gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 2113-2122, 2002.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M. Plantas nativas da caatinga utilizadas pelos pequenos agricultores para alimentação dos animais na seca. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 3., 2004, Campina Grande. *Anais...* Campina Grande: SNPA: Ed. UFPB-CCA, 2004. 1 CD-ROM.

CHAGAS, E. C. O.; ARAÚJO, G. G. L.; MOREIRA, J. N.; TOSTO, M. S. L.; DANTAS, F. R.; FRANÇA, C. A.; JESUS, L. S. Composição química e pH de silagens de forrageiras nativas e adaptadas ao semi-árido. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1., 2006, Petrolina. *Anais...* Petrolina, 2006. 1 CD-ROM.

COSTA, B. M.; SANTOS, I. C. V.; OLIVEIRA, G. J.; PEREIRA, I. G. Avaliação de folhas de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp por ovinos. *Archivos de Zootecnia*, v. 58, n. 221, p. 33-41, 2009.

CRUZ, B. C. C.; SANTOS-CRUZ, C. L. D.; VIEIRA PIRES, A. J.; BASTOS, M. P. V.; dos SANTOS, S.; ROCHA, J. B. Silagens de capim elefante com diferentes proporções de casca desidratada de maracujá em dietas de cordeiros Santa Inês. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 12, n. 1, 2011.

DELFINO, R. A.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Interação de polifenóis e proteínas e o efeito na digestibilidade protéica de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Pérola. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 30, n. 2, p. 308-312, 2010.

FAO. *Agroecologia cultivo e usos da palma forrageira*. Rome, 2001.

GUPTA G. K.; CHALAL, J.; BHATIA, M. *Clitoria ternatea* (L.): old and new aspects. *Journal of Pharmaceutical Research*, v. 3, p. 2610-2614, 2010.

IBGE. *Censo agropecuário 2017: resultados preliminares*. 2017. Disponível em: <<http://censos.ibge.gov.br/agro/2017/resultados-censo-agro-2017.html>>. Acesso em: 10 out. 2018.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, suplemento especial, p. 101-119, 2007. DOI: 10.1590/S1516-35982007001000013.

LIMA, J. L. S. de. *Plantas forrageiras das caatingas: usos e potencialidades*. Petrolina: Embrapa-CPATSA: PNE: RBG-KEW, 1996. 44 p.

LOUSADA JÚNIOR, J. E.; COSTA, J. M.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M. Physical-chemical characterization of tropical fruit by-products for use in animal feed. *Revista Ciência Agronômica*, v. 37, n. 1, p. 70, 2006.

MAIA, I. S. A. **Composição químico-bromatológica e avaliação sensorial de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) com níveis de resíduos da acerola e tamarindo.** 2015. 67 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró.

MENEZES, M. P. C.; RIBEIRO, M. N.; COSTA, R. G.; MEDEIROS, A. N. Substituição do milho pela casca de mandioca (*manihot esculenta crantz*) em rações completas para caprinos: consumo, digestibilidade de nutrientes e ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 729-737, 2004.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S.; SALCEDO, I. H.; SOUZA, F. J. Produtividade de palma em propriedades rurais. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. **A palma no Nordeste do Brasil:** conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Ed. da UFPE 2005, p. 129-141.

MIDIO, A. F.; MARTINS, D. I. **Toxicologia de alimentos.** São Paulo: Livraria Varela; 2000.

MOREIRA, J. N.; LIRA, M. A., SANTOS, M. V. F.; ARAÚJO, G. G. L.; SILVA, G. C. Potencial de produção de capim buffel na época seca no semi-árido Pernambucano. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 3, p. 22-29, 2007.

MOREIRA, J. N.; VOLTOLINI, T. V.; MOURA NETO, J. B.; SANTOS, R. D.; FRANÇA, C. A.; ARAÚJO, G. G. L. Alternativas de volumosos para caprinos em crescimento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 3, p. 407-415, 2008.

MORENO, G. M. B. **Feno de erva-sal (*Atriplex nummularia*) na terminação de cordeiros Santa Inês.** 2011. 120 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

MORENO, G. M. B.; BORBA, H.; ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V.; SOUZA, R. A.; SILVA SOBRINHO, A. G.; BUZANSKAS, M. E.; LIMA JÚNIOR, D. M.; ALVARENGA, T. I. R. C. Rendimentos de carcaça, cortes comerciais e não-componentes da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com feno de erva-sal e concentrado. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 1, p. 192-205, 2014.

NEVES, A. L. A.; PEREIRA, L. G. R.; VERNEQUE, R. S.; AZEVEDO, J. A. G.; VIEIRA, P. A. S.; SANTOS, R. D.; ARAUJO, G. G. L.; CHIZZOTTI, M. L.; OLIVEIRA, G. F. **Tabelas nordestinas de composição de alimentos para bovinos leiteiros.** Brasília, DF: Embrapa, 2014. 184 p.

NOBEL, P. S. Environmental biology In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. (Ed.). **Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear.** Rome: FAO. 1995. p. 36-48.

NOGUEIRA, A. S. **Torta de licuri na alimentação de ovinos.** 2013. 105 f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, MG.

NOGUEIRA, D. M.; VOLTOLINI, T. V.; MOREIRA, J. N.; LOPES JÚNIOR, E. S.; OLIVEIRA, V. G. de. Efeito de regimes alimentares sobre o peso corporal e parâmetros reprodutivos de cabras nativas. **Archivos de zootecnia**, v. 60, n. 232, p. 1339-1342, 2011.

OLIVEIRA, M. C. Melancia forrageira. In: KIILL, L. H. P.; MENEZES, E. A. **Espécies vegetais exóticas com potencialidade para o Semi-árido brasileiro.** Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica, 2005. p. 323-340.

OLIVEIRA, R. G.; VOLTOLINI, T. V.; MISTURA, C.; MORAES, S. A.; SOUZA, R. A.; SANTOS, B. R. C. Desempenho produtivo e características de carcaça de ovinos mantidos em pastos de duas cultivares de capim-buffel manejados em três ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 3, p. 374-384, 2016.

PAULINO, A. S. **Farelo de mamona destoxicificado na ensilagem de cana-de-açúcar.** 2017. 71 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo.

PEREIRA FILHO, J. M.; BAKKE, O. A. Produção de forragem de espécies herbáceas da caatinga. In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga.** 2. ed. Brasília, DF: Serviço florestal Brasileiro, 2010. p. 145-159.

PEREIRA, E.; REGADAS FILHO, J. G. L.; FREITAS, E. R., NEIVA, J. N. M.; CÂNDIDO, M. J. D. Valor energético de subprodutos da agroindústria brasileira. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 223, p. 455-458, 2009.

PEREIRA, L. G. R.; SANTOS, R. D. dos; NEVES, A. L. A.; ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V.; MORAES, S. A. Conservação de alimentos. In: VOLTOLINI, T. V. (Ed.). **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. Petrolina:** Embrapa Semiárido, 2011. p. 201-217.

POMPEU, R. C. F. F. **Substituição do farelo de soja pela torta de mamona destoxicificada em dietas para ovinos: valor nutritivo e desempenho bioeconômico.** 2009. 107 f. Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

ROCHA, R. S.; VOLTOLINI, T. V.; GAVA, C. A. T. Características produtivas e estruturais de genótipos de palma forrageira irrigada em diferentes intervalos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v. 66, p. 363-371, 2017.

SALVIANO, L. M. C.; NUNES, M. C. F.S. **Feno de maniçoba na suplementação de novilhos alimentados com feno de capim búffel.** Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1991. 14 p. (EMBRAPA- CPATSA. Boletim de Pesquisa, 38).

SANTANA NETO, J. A.; OLIVEIRA,V. S.; LIMA, R. V. Leguminosas adaptadas como alternativa alimentar para ovinos no semiárido–revisão. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 14, n. 2, p. 191-200, 2015.

SANTOS, A. S. **Mucilagem de sisal e licuri na alimentação de cabras leiteiras.** 2013. 89 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador.

SANTOS, M. J. C.; PAIVA, S. N. Os sistemas agroflorestais como alternativa econômica em pequenas propriedades rurais: estudo de caso. **Ciência Florestal**, v. 12, n. 1, p. 135-141, 2005.

SANTOS, M. V. F.; CUNHA, M. V. C.; LIRA, M. A.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; FREIRE, J. L.; PINTO, M. S. C.; SANTOS, D. C.; SOUZA, T. C.; SILVA, M. C. Manejo da palma forrageira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALMA E OUTRAS CACTÁCEAS, 2., 2011, Garanhuns. **Anais...** Garanhuns, 2011b.

SANTOS, P. M.; VOLTOLINI, T. V.; CAVALCANTE, A. C. R.; PEZZOPANE, J. R. M.; MOURA, M. S. B.; SILVA, T. G. F.; BETTIOL, G. M.; CRUZ, P. G. Mudanças climáticas globais e a pecuária: cenários futuros para o semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, p. 1176-1196, 2011a.

SILVA, A. M. **Valor nutricional de coprodutos agroindustriais e de plantas com potencial forrageiro do estado da Bahia.** 2011. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Recôncavo Baiano, Salvador.

SILVA, C. M. M.; FARIA, C. M. B. Variação estacional de nutrientes e valor nutritivo em plantas forrageiras tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 413-420, 1995.

SILVA, J. G. **Silagem de cana-de-açúcar com adição de erva-sal.** 2013. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina.

SILVA, L. M.; FAGUNDES, J. L.; VIEGAS, P. A. A.; MUNIZ, E. N.; RANGEL, J. H. A.; MOREIRA, A. L.; BACKES, A. A. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, p. 2064-2071, 2014.

SILVA, R. L. N. V.; ARAÚJO, G. G. L.; SOCORRO, E. P.; OLIVEIRA, R. L.; GARCEZ NETO, A. F.; BAGALDO, A. R. Níveis de farelo de melancia forrageira em dietas para ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 6, p. 1142-1148, 2009.

SOARES, J. G. G. **Avaliação do feijão-bravo (*Capparis flexuosa L.*) em condições de cultivo para a produção de forragem.** Petrolina: EMBRAPA/CPATSA, 1989. (Pesquisa em Andamento, 58).

SOUZA, A. A.; ESPÍNDOLA, G. B. Bancos de proteína de leucena e de guandu para suplementação de ovinos mantidos em pastagens de capim-buffel. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 365-372, 2000.

VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos.** 2. ed. Viçosa: Ed. da UFV, 2006. 329 p.

VIEIRA, P. A. F.; QUEIROZ, J. D.; ALBINO, L. F. T.; MORAES, G. D.; BARBOSA, A. A.; MÜLLER, E. S.; VIANA, M. T. Efeitos da inclusão de farelo do resíduo de manga no desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 12, p. 2173-2178, 2008.

WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. A.; BATISTA, A. M. V.; VÉRAS, A. S. C.; BISPO, S. V.; SILVA, F. M.; SANTOS, V. L. F. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação à palma forrageira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 2, p. 444-456, 2012.

Capítulo 8

Manejo produtivo de caprinos e ovinos

*Daniel Maia Nogueira
Rodolfo de Moraes Peixoto*

A criação de caprinos (*Capra hircus*) e ovinos (*Ovis aries*) está ligada ao homem desde o início da civilização e foi importante para ajudar na fixação dos primeiros povoados, fornecendo leite, carne e pele. Pode-se dizer que a ovinocaprinocultura é um dos fatores importantes para a fixação do homem na região semiárida brasileira e em outras regiões áridas e semiáridas do mundo, desempenhando função socioeconômica e sendo geradora de renda e fonte de proteína de alta qualidade.

A exploração de caprinos e ovinos na região semiárida do Brasil se caracteriza pelo sistema de criação extensivo ou semiextensivo com baixo nível tecnológico empregado, o que leva à redução das taxas de desmame das crias e ao baixo desempenho produtivo do rebanho. Para que a exploração de caprinos e ovinos possa disputar maior espaço nos mercados regional e nacional e nos polos tradicionais de produção, o produtor terá que acompanhar a velocidade de demanda do mercado consumidor, necessitando, portanto, lançar mão de um eficiente manejo alimentar, sanitário, produtivo e reprodutivo do rebanho.

A melhoria na qualidade dos produtos agirá como mecanismo impulsionador da aceitabilidade pelo mercado consumidor. Dessa forma, pode-se tornar acessível o desenvolvimento de tecnologias eficazes, de baixo custo

e com facilidade de serem implementadas a fim de permitir a melhoria e o aumento do desempenho produtivo do rebanho.

Neste capítulo, discutem-se as principais orientações técnicas para o aumento do potencial produtivo da ovinocaprinocultura, o uso de instalações que promovam o bem-estar animal e os aspectos relacionados aos manejos sanitário e reprodutivo da criação de caprinos e ovinos na agricultura familiar dependente de chuva na região semiárida brasileira.

Instalações e utensílios

As instalações para caprinos e ovinos devem ser simples e funcionais e dependem do tipo de finalidade da exploração: produção de leite ou carne. As recomendações gerais são de que as instalações sejam bem ventiladas e ofereçam sombreamento com árvores ou telas sombreadoras, de modo a permitir conforto aos animais e facilidade de limpeza e higiene. Além disso, devem ser construídas em terrenos altos, com baixa umidade e posicionadas do nascente para o poente.

Os recursos financeiros investidos em instalações podem ser bastante elevados e, normalmente, esses custos são de retorno demorado. O investimento inicial para construção do aprisco será reduzido com o aproveitamento de antigas instalações e o uso de materiais disponíveis na propriedade.

Instalações de manejo e pernoite dos animais

Para caprinos e ovinos destinados à produção de carne, recomenda-se o uso do aprisco de chão batido. Todavia, para caprinos leiteiros, pode ser usado o aprisco suspenso e com piso ripado, tendo uma altura de 0,8 m a 1,0 m do solo para facilitar a limpeza do terreno. O aprisco de chão batido sem e com cobertura (Figura 1) é um tipo de instalação indicada para regiões quentes e secas, de baixa pluviosidade, como o Semiárido brasileiro. Esse tipo de aprisco permite o pernoite dos caprinos e ovinos nos sistemas semiextensivos de produção, em que os animais passam o dia na caatinga ou em pastagens cultivadas. Recomenda-se uma área coberta de 1,5 m² a 4,0 m² por animal adulto e de 0,75 m² a 1,5 m² por animal jovem.

As vantagens dos apriscos de chão batido são seu baixo custo financeiro e as boas condições que oferecem para o bem-estar dos animais.



Figura 1. Exemplos de apriscos de chão batido com sombreamento natural (A) e com cobertura de telhado (B).

A cobertura faz-se necessária quando os animais são mantidos confinados ou semiconfinados para proteção dos fortes raios solares ou das chuvas intensas durante o período chuvoso.

Sala de ordenha

Em sistemas de produção de leite de cabra, a sala de ordenha deve ser construída afastada de fontes de mau cheiro (aprisco, currais, pocilgas e esterqueiras) para evitar que o leite seja contaminado ou absorva odores. A plataforma de ordenha pode ser de madeira, podendo ser individual ou coletiva (Figura 2). A sala de ordenha deve ter uma fonte de água limpa (para limpeza dos utensílios de ordenha e das mãos do ordenhador) e um balcão para secagem dos vasilhames de leite.



Figura 2. Exemplos de salas de ordenha: com azulejo e ferro galvanizado (A) e com reboco e plataforma de madeira (B).

Cercas e utensílios

Os gastos com implantação e manutenção de cercas são significativos nos sistemas de produção animal. Na produção de caprinos e ovinos, com frequência, observam-se cercas de arame farpado com 1,5 m de altura e compostas de oito a nove fios. Quando estiverem disponíveis cercas para bovinos (que têm sete fios de arame) na propriedade, basta passar dois fios a mais entre cada um dos primeiros fios de baixo. Como o arame farpado danifica a pele dos animais, é recomendado o uso de cercas de arame liso ou de tela. Os piquetes ou cercados na propriedade facilitam o manejo e a rotação das pastagens, permitindo sua melhor utilização.

Os comedouros e bebedouros podem ser feitos de pneus ou tambores cortados pela metade (Figura 3). Para o dimensionamento dos comedouros, o produtor pode estimar um espaço de 40 cm para cada animal adulto, o que permite que todos comam ao mesmo tempo, evitando competição. É importante instalar bebedouros a uma altura acima da cauda do animal (de 20 cm a 30 cm do solo) para evitar que os animais defequem ou urinem dentro deles. Normalmente, os comedouros e bebedouros (que devem ser de fácil limpeza) são móveis e podem ser distribuídos homogeneamente na propriedade. O sal mineral também pode ser fornecido em cochos feitos de pneus, de madeira ou material plástico, devendo ser suficiente para acomodar 20 ou 25 animais em cada.

Fotos: Daniel Maia Nogueira



Figura 3. Comedouro de tambor plástico (A) e comedouro e bebedouro de tambor plástico com boia (B) para caprinos e ovinos.

Escrituração zootécnica

As primeiras ações a serem adotadas na produção de caprinos e ovinos são a identificação dos animais (com brincos, colares ou tatuagens) e as pesagens periódicas. Apesar de serem importantes em toda exploração animal, ainda são pouco adotadas pela maioria dos produtores.

Essas ações são fundamentais para se poder realizar a escrituração zootécnica, que é o conjunto de práticas relacionadas às anotações da propriedade rural. As anotações podem ser feitas em fichas individuais (para o registro do desempenho de cada animal) ou coletivas (para o controle das práticas de manejo, tais como vacinações e coberturas). Nessas anotações, são registradas as datas importantes na vida do animal, como as ocorrências dos nascimentos e pesos das crias ao nascer, do desmame e do abate, as coberturas, os partos (simples ou gemelar), as enfermidades, a morte e o descarte. Além disso, devem ser registradas as informações de controle financeiro, como as receitas e despesas.

Embora a grande maioria das propriedades de base familiar na região semiárida não realize qualquer tipo de escrituração zootécnica, é importante que os produtores passem a fazê-la, buscando orientações dos profissionais e entidades competentes. Quanto mais detalhadas forem as anotações, maiores serão os benefícios extraídos dessas informações. Dessa maneira, pode-se ter um controle rigoroso de tudo o que acontece dentro da propriedade, sendo importante para a tomada de decisões e correções dos erros que por ventura possam ocorrer. Outro ponto positivo é a redução dos custos com alimentação, pois a escrituração zootécnica auxiliará a separação dos animais por categorias de produção, além de permitir a identificação dos animais doentes e o acompanhamento do histórico reprodutivo dos animais.

Com a implementação da escrituração zootécnica, é possível calcular os parâmetros produtivos e reprodutivos de um rebanho (Nogueira et al., 2012), que permitem avaliar sua eficiência produtiva. São exemplos de parâmetros ou indicadores zootécnicos:

- Taxa de parição: Relação entre fêmeas paridas e fêmeas expostas ao reprodutor. Em sistemas semi-intensivos, espera-se a taxa de parição superior a 60%.

- Prolificidade: Relação entre crias nascidas e ovelhas paridas. Espera-se uma prolificidade superior a 120% (1,2 crias/fêmea parida).
- Mortalidade: Relação entre crias nascidas e crias mortas. Podem ser calculadas a mortalidade das crias até o desmame, a mortalidade de animais jovens e a mortalidade de animais adultos.
- Taxa de desmame: Relação entre crias desmamadas e crias nascidas no rebanho. Uma boa taxa de desmame depende de uma baixa taxa de mortalidade.
- Intervalo entre partos (IEP): Intervalo entre duas parições, que é um dos fatores para avaliar a eficiência reprodutiva do rebanho. O IEP pode variar de 8 a 12 meses, dependendo do sistema de produção. Por exemplo, espera-se um IEP de 8 meses para produção de carne e um IEP de 12 meses para produção de leite.
- Desempenho produtivo do rebanho: Número de crias desmamadas por fêmeas expostas por ano, que depende do IEP e da taxa de desmame.

Em um sistema agroecológico de produção de caprinos na região semiárida, foram observados IEP de 8,4 meses (1,4 parto por cabra por ano), taxa de parição média de 56%, prolificidade de 1,8 cria por cabra parida e taxa de desmame de 82% aos 3 meses de idade (Nogueira et al., 2012). Os mesmos autores concluíram que as respostas produtivas e reprodutivas do rebanho variaram de acordo com o período (seco ou chuvoso) de ocorrência da estação de monta e que o sistema agroecológico de produção de caprinos se mostrou tecnicamente viável, com potencial para aumento da eficiência produtiva na região semiárida.

Manejo reprodutivo

Em sistemas tradicionais no Semiárido, observa-se que os animais não têm uma época ideal para cobertura. As parições ficam distribuídas irregularmente, e a mortalidade das crias apresentam altas taxas. O aumento da mortalidade das crias pode ser ocasionado quando as parições ocorrem em diferentes épocas ou quando há baixa ingestão de colostro pelas crias.

Normalmente, com o início das primeiras chuvas e o aumento da disponibilidade de alimento, as fêmeas entram em cio, caracterizando uma "estação de monta natural". Dessa forma, se as coberturas ocorrem no período chuvoso, as parições ocorrerão no período seco (5 meses depois), o que resultará em deficiente nível nutricional das matrizes nos primeiros 60 a 90 dias após o parto, com reflexos negativos sobre o restabelecimento das ovulações após o parto e a sobrevivência e desempenho das crias até o desmame (Nogueira; Freitas, 2000; Freitas et al., 2004).

Para evitar essas situações, recomenda-se o manejo reprodutivo, que é um conjunto de práticas e técnicas para aumento da eficiência produtiva dos rebanhos, repercutindo favoravelmente na taxa de parição, na prolificidade e na sobrevivência das crias e de animais jovens. A seguir, serão discutidas as principais orientações técnicas de manejo para aumentar a eficiência reprodutiva da ovinocaprinocultura na região semiárida.

Descarte orientado

O descarte orientado é a retirada de animais velhos e improdutivos, intersexuados (hermafroditas) ou com baixas taxas de fertilidade, reincidentes em linfadenite-caseosa, mastite crônica e animais de baixo escore corporal, além de indivíduos com defeitos de aprumos (membros anteriores ou posteriores), com hérnia escrotal ou umbilical e com defeitos na mandíbula (prognatismo ou retrognatismo). Dessa forma, somente os animais produtivos e sadios permanecem no rebanho, evitando o desperdício de alimento consumido por animais improdutivos. Pode-se resumir que o descarte orientado reduz a taxa de lotação nas pastagens, proporcionando maior disponibilidade de alimento para os animais produtivos.

Para isso, o produtor deve fazer uma avaliação da quantidade de forragem necessária para alimentar o rebanho e, então, fazer uma estimativa de quantos animais vai ser possível manter no período crítico do ano. Recomenda-se que o percentual de animais descartados anualmente varie de 15% a 20% do rebanho. No caso dos caprinos, deve-se evitar animais mochos de nascença, pois essa característica está ligada à produção de crias hermafroditas, ou seja, crias dotadas de órgãos reprodutores dos dois sexos (Nogueira et al., 2011a).

Manutenção das melhores matrizes e reprodutores

A manutenção das melhores matrizes e reprodutores é o fator determinante para o sucesso do desempenho produtivo e reprodutivo do rebanho. Devem-se manter matrizes e reprodutores com bom desempenho no ganho de peso, ausência de doenças infecciosas e ausência de defeitos hereditários, como o hermafroditismo (animais macho-fêmea) e a criptorquidia (um ou mais testículos na cavidade abdominal).

Deve-se atentar principalmente à escolha dos reprodutores, afinal, eles desempenham o papel mais importante na reprodução pelo potencial de se acasalar com muitas fêmeas em um curto intervalo de tempo, propagando suas características genéticas na descendência. Devem ser mantidos reprodutores adultos ($> 1,5$ ano de idade), com circunferência escrotal superior a 28 cm para caprinos e 32 cm para ovinos. No caso das matrizes, devem ser mantidas as fêmeas que já pariram e apresentaram boa habilidade materna, garantindo aleitamento e sobrevivência das crias.

Separação dos machos e fêmeas

Para evitar as coberturas (acasalamentos) indesejáveis, devem-se isolar completamente os machos das fêmeas. As coberturas indesejáveis devem ser evitadas durante os períodos de seca prolongada ou escassez de água na propriedade. Essa medida faz-se necessária porque as fêmeas prenhas ou em lactação precisam de alimentação de melhor qualidade e, durante a seca, além da escassez de água, há escassez de alimentos.

Uma opção é a venda dos reprodutores ou sua transferência para outro local. A castração dos machos é recomendada para os animais que não serão usados como reprodutores, mas destinados para produção de carne.

Estação de monta e época ideal para cobertura

As estações de monta são períodos pré-determinados para ocorrer a maior concentração das coberturas (Figura 4), o que acarretará, como consequência, uma época de concentração dos nascimentos das crias.



Foto: Daniel Maia Nogueira

Figura 4. Cobertura das fêmeas durante a estação de monta.

Uma das vantagens da estação de monta é a programação das datas de nascimento das crias para épocas mais favoráveis do ano, permitindo o planejamento alimentar e a formação de lotes uniformes em tamanho e peso para atender ao mercado e de lotes de monta em períodos distintos para rebanhos leiteiros. Na Tabela 1, é exemplificada uma estação de monta para obtenção de um IEP de 8 meses, ou seja, três partos em 2 anos.

Tabela 1. Exemplo de estação de monta com intervalo de partos de 8 meses.

| Ano 1 | | | | | | | | | | | | Ano 2 | | | | | | | | | | | | |
|-------|---------|---|---|---|---|---------|---|---------|---|---|---|-------|---|---|---------|---|---|---------|---|---|---|---|---------|---|
| Meses | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | D | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| | Monta 1 | | | | | Parto 1 | | Monta 2 | | | | | | | Parto 2 | | | Monta 3 | | | | | Parto 3 | |

Considerando a duração média dos ciclos estrais das cabras e ovelhas (de 21 e 17 dias, respectivamente), recomenda-se que a estação de monta tenha duração de 60 a 63 dias para cabras e de 48 a 51 dias para ovelhas,

pois esses períodos permitem utilizar três ciclos estrais dessas espécies, dando maior chance para se obter coberturas bem-sucedidas (Nogueira et al., 2011a).

Na monta em campo, os reprodutores e as fêmeas permanecem juntos o tempo todo, não havendo controle do número de coberturas. Esse tipo de acasalamento é usado em criações extensivas, onde se utiliza um reprodutor para 20 a 30 fêmeas por estação de monta. Já na monta controlada, os reprodutores ficam totalmente separados das fêmeas que, quando manifestam cio, são levadas ao reprodutor, sendo necessária somente uma cobertura. Para a identificação das fêmeas em cio, faz-se o uso de um rufião, que pode ser um macho vasectomizado. As fêmeas identificadas em cio devem ser cobertas entre 10 a 12 horas pelo reprodutor. Nesse caso, um reprodutor pode servir de 50 a 60 fêmeas por estação de monta.

As estações de monta devem ser programadas para permitir o nascimento das crias em épocas mais favoráveis do ano ou em épocas de maior demanda pelo mercado consumidor. Em rebanhos de corte, objetivando um IEP de três partos em 2 anos, deve-se planejar que, pelo menos, dois partos aconteçam em períodos de maior oferta de forragem. Em rebanhos para produção de leite, deve-se garantir a produção de leite nos períodos secos ou de entressafra, quando há grande demanda pelo mercado consumidor.

Efeito macho

O efeito macho é um método natural e barato para indução do cio e realização das coberturas em épocas programadas. A técnica também oferece a oportunidade de o produtor conhecer melhor seu rebanho, facilitando o descarte das fêmeas improdutivas. O método consiste na separação total de todos os machos das fêmeas por um período mínimo de 1 mês. As fêmeas não devem ver, ouvir ou sentir o cheiro dos machos. Dessa forma, quando houver a reintrodução dos machos no rebanho, as fêmeas irão manifestar o cio quase que ao mesmo tempo. O uso do efeito macho associado à estação de monta torna possível ao produtor planejar a época em que terá mais animais para o abate e negociar lotes uniformes de borregos e/ou cabritos para conseguir melhor preço final do seu produto.

Manejo das fêmeas durante a gestação e o parto

É importante anotar a data de cobertura para calcular a data provável do parto, que ocorre em torno de 150 dias após a cobertura. Havendo um piquete ou área disponível na propriedade, sugere-se separar as fêmeas que estiverem no último terço de gestação (50 dias antes do parto) e fornecer-lhes alimentos de melhor qualidade. No terço final da gestação, ocorre crescimento exponencial e ganho de peso da cria, cuja sobrevivência depende do maior peso ao nascimento.

Para evitar abortos indesejáveis, devem-se evitar traumatismos devido a manejos do rebanho, como em vermifugações ou vacinações. Finalmente, uma semana antes da data provável do parto, deve-se colocar as fêmeas em piquetes próximos da sede da propriedade para observação da parição. A fêmea que estiver tentando parir há mais de 24 horas necessita de ajuda no parto. Nesses casos, deve-se chamar um médico-veterinário para observar a posição da cria no útero e auxiliar na parição. A placenta deve ser expelida em até 6 horas após a parição. Em casos de retenção de placenta, deve-se procurar o médico-veterinário.

Redução do anestro pós-parto

O anestro pós-parto é o período compreendido entre o parto e a manifestação clínica do cio, culminando com retorno das atividades reprodutivas cíclicas normais. Em outras palavras, o anestro pós-parto informa quanto tempo a cabra ou ovelha demora para entrar em cio após o parto. A redução do anestro pós-parto e, consequentemente, do IEP, garante o aumento no número de crias nascidas para produção de carne. Em sistemas para produção de leite, foi observado um anestro pós-parto de 78 dias em cabras Anglo-Nubiana e de 95 dias em cabras Saanen (Freitas et al., 2004), sendo observada uma maior duração para a primeira manifestação clínica do cio pós-parto nas cabras Saanen devido à sua maior produção de leite.

Apesar do período de lactação, esforços devem ser concentrados para que as fêmeas paridas não percam muito peso durante os primeiros 2 meses após o parto, sendo uma condição fundamental para o rápido retorno da atividade ovariana cíclica pós-parto. A nutrição é um dos principais fatores que afeta a saída do anestro e o aparecimento do cio em fêmeas no pós-parto. Por isso, deve-se trabalhar com programas acelerados de

parição pela aplicação de melhor aporte nutricional para as fêmeas nesse período. No fim deste capítulo, serão discutidas algumas estratégicas de suplementação alimentar.

A estação do ano pode influenciar diretamente na duração do anestro pós-parto. As fêmeas caprinas e ovinas apresentam maior atividade sexual no período chuvoso, sendo a manifestação do cio desencadeada logo após as primeiras chuvas. Esse fato está relacionado com a redução da irradiação solar e a maior oferta quantitativa e qualitativa de forragem durante esse período (Nogueira et al., 2011b).

A lactação normalmente inibe a manifestação do cio e da ovulação, aumentando a duração do anestro pós-parto na maioria das fêmeas dos animais domésticos. Há relatos (Falcão et al., 2008) de matrizes com suas crias submetidas a um regime de aleitamento controlado que apresentam anestro pós-parto mais curto do que as matrizes com crias em regime de aleitamento contínuo. Dessa forma, ressalta-se a importância do regime de aleitamento controlado, em que as crias são aleitadas pela manhã e ao fim da tarde para redução do anestro pós-parto.

Manejo das crias

A palavra “manejo” pode ser entendida como tudo aquilo que se desenvolve dentro de um sistema de produção animal, seja relacionado à saúde, à reprodução ou à alimentação dos animais. Em se tratando do manejo de crias, tem-se uma série de medidas preventivas que contribuem para a manutenção de um bom estado sanitário dos animais. Muitos criadores não adotam as práticas de manejo sob o argumento de que utilizam um sistema de criação (extensivo) que inviabiliza a implantação dessas técnicas. Contudo, o manejo adequado das crias influencia todas as fases subsequentes, sendo de extrema relevância nos diversos sistemas de produção, e refletindo sobremaneira nos índices produtivos e reprodutivos dos animais na fase adulta.

Identificação, cura do umbigo e fornecimento do colostro

Uma prática de extrema importância no manejo das crias é a identificação dos animais logo ao nascer, o que se pode fazer utilizando-se de brincos, colares ou tatuagens, devendo o produtor empregar aquela forma

que lhe for mais conveniente, prática e econômica. Infelizmente, poucos são os criadores que fazem uso dessa prática. Como foi dito anteriormente, a identificação das crias constitui a primeira etapa para a implantação da escrituração zootécnica, algo que contribui para o aumento dos índices produtivos do rebanho. Após a identificação, fazem-se a pesagem e a anotação da data de nascimento em ficha própria, devendo-se anotar também o número da mãe.

Outra prática de grande importância é a cura do umbigo. Trata-se de um procedimento de fácil execução e que deve ser realizado ao longo de 3 dias consecutivos após o nascimento. O umbigo deverá ser cortado a dois dedos do abdômen para posterior imersão em um frasco contendo iodo a 10% por um período de aproximadamente 20 segundos. É importante atentar para a concentração do iodo, pois outras concentrações desse antisséptico não têm o mesmo efeito. Essa prática é de baixo custo e evita uma série de problemas sanitários futuros (como a artrite-séptica, vulgarmente conhecida como “caroado”) que poderiam comprometer a saúde dos animais ao longo da vida produtiva.

A prática de fornecer o colostro para as crias que acabaram de nascer é extremamente importante e exige dedicação do produtor para que seja feita de forma correta. O colostro é a primeira secreção da glândula mamária da fêmea que acabou de parir, tendo como funções proteção (uma vez que é rico em anticorpos que protegerão os recém-nascidos dos diversos desafios sanitários) e nutrição (tendo em vista que é um alimento rico em nutrientes essenciais para o desenvolvimento da cria), além de efeito laxativo (uma vez que auxilia na eliminação das primeiras fezes, que são conhecidas como meconíio).

O criador deverá observar a relação mãe-cria, devendo intervir nos casos em que o recém-nascido não consegue realizar a mamada, auxiliando-o. Uma prática importante é criação de um banco de colostro (estoque de colostro na forma congelada), que poderá ser usado em casos de óbito da fêmea recém-parida. Nesses casos, o descongelamento deverá ser feito em banho-maria, com temperatura variando entre 45 °C e 50 °C. Nessas situações, o colostro deverá ser fornecido por meio de mamadeiras na quantidade de 500 mL a 800 mL três vezes ao dia durante os primeiros 2 dias de vida (Soares et al., 2010). O criador também tem a opção de fazer uso do colostro artificial (formulações comerciais), embora existam discussões sobre sua real eficiência.

A recomendação geral é que os cabritos e/ou borregos recebam entre 5% e 15% do seu peso corporal de colostro nas primeiras 12 horas de vida. Essa orientação decorre do fato de que a absorção de anticorpos se reduz, de forma marcante, após esse período de tempo. A opção de uso do colostro proveniente de vaca pode ser considerada na amamentação de cabritos, uma vez que esse proporciona adequada transferência de anticorpos às crias, embora não esteja claro se esses anticorpos terão o mesmo efeito de proteção em comparação ao obtido com o colostro de cabra (Silva et al., 2007).

Atenção às crias provenientes de partos duplos ou triplos

Crias oriundas de partos duplos e triplos são mais suscetíveis aos problemas de ordem sanitária, uma vez que tendem a apresentar maior grau de imaturidade e baixas reservas corporais. Além disso, essas crias permanecem por mais tempo sem o estímulo natural exercido pela mãe para promover sua respiração e higiene. A fêmea que acabou de parir também necessita suprir as necessidades de duas ou três crias para ingestão de colostro e leite, e não de apenas uma cria, como acontece no parto simples. Por esses motivos, deve-se dar uma atenção especial aos animais nessas condições de parto duplo ou triplo (Shubber et al., 1979).

Desmame precoce e regimes de aleitamento das crias

O regime de aleitamento das crias pode acontecer de forma contínua ou restrita (cria separada). Na forma de aleitamento contínua, a cria permanece todo o tempo com a mãe, ocorrendo a ingestão de leite por livre demanda da cria. Já na forma restrita, a cria é separada da mãe ao longo do dia, sendo a mamada realizada em dois horários (manhã e tarde) durante 20 a 30 minutos. Essa técnica reduz o desgaste da matriz ao longo do período de amamentação, permitindo a redução do anestro pós-parto e o retorno mais rápido das atividades reprodutivas cíclicas, sem prejuízo para a cria.

Em sistemas de produção de leite, o desmame precoce é prática comum, sendo as crias separadas da mãe entre 36 e 48 horas após o nascimento. As crias serão submetidas ao aleitamento artificial com auxílio de mamadeiras, o que permite a substituição do leite de cabras por um sucedâneo mais barato. A idade para o desaleitamento é variável, podendo perdurar até os 90 dias. Quando realizada mais cedo, aos 35 dias de idade, uma atenção

especial deverá ser dispensada às crias, principalmente no que se refere ao manejo alimentar. Já em sistemas de produção de carne, o desmame abrupto pode aumentar o risco de desenvolvimento de mastite. Por isso, em matrizes de corte, o desmame deve ser feito de forma paulatina, evitando o acúmulo de leite residual nas tetas para evitar a ocorrência de mastite.

No que concerne à alimentação sólida, sugere-se que seja fornecida a partir da segunda semana de vida em sistema de alimentação restrita (do inglês, *creep feeding*), como será explicado na seção Suplementação das Crias (a seguir).

Castração e descorna

A castração é outra prática de manejo direcionada para as crias. Tem como principais objetivos: evitar coberturas indesejáveis (o animal atinge a puberdade em torno dos 4 a 6 meses de idade), facilitar o manejo dos animais (tendo em vista que, quando castrados, esses se tornam mais dóceis), evitar que sua carne tenha o odor característico quando os animais são abatidos mais tarde e propiciar redução do tempo de terminação.

Essa prática pode ser efetuada por meio de técnica cirúrgica ou utilizando-se de alicate (do tipo Burdizzo) próprio para essas espécies animais, técnica que é mais simples, uma vez que não há o ferimento cirúrgico, sendo, por isso, conhecida como “método fechado”. No caso dessa última técnica, há o esmagamento dos cordões espermáticos, sendo anulada a circulação sanguínea para os testículos. Em ambas as técnicas, é fundamental a busca por orientação do médico-veterinário. A castração com fita elástica foi recomendada por muito tempo; contudo, devido à necessidade da observância aos princípios de bem-estar animal, essa não é mais indicada.

Caso os machos sejam abatidos até o 6º mês de vida, não há necessidade de uso da técnica de castração. No entanto, para os machos não abatidos nessa idade e que não serão utilizados como reprodutores, deve-se fazer a castração entre o 3º e o 4º mês de vida.

Já a descorna, em criações intensivas, deverá ser feita entre os primeiros 7 a 14 dias de vida. Todavia, em criações extensivas, não é aconselhável fazer a descorna das crias caprinas. Embora os chifres sejam uma importante ferramenta de defesa e proteção para animais criados na vegetação da caatinga, sua presença, em sistemas intensivos, pode causar acidentes

entre os animais, como perfurações na cavidade abdominal. Para a realização das práticas da descorna e da castração, é fundamental a orientação do médico-veterinário.

Para executar as práticas de descorna e castração, sugere-se formar um piquete-maternidade: uma estrutura construída próximo à casa do responsável pelo manejo dos animais e que se destina à colocação das fêmeas que estão próximas da parição. Nessa área, faz-se a implantação de uma gramínea de bom valor nutritivo e que tenha boa aceitação pelas cabras/ovelhas. Tão logo seja possível depois do nascimento, as crias podem ser submetidas à descorna e castração.

Manejo sanitário

O manejo sanitário é um conjunto de práticas (que incluem regras de alimentação e higiene das instalações) para prevenir o estabelecimento de enfermidades no rebanho ou controlar as doenças já existentes e, consequentemente, reduzir as perdas econômicas. Deve-se ter em mente que a implantação das medidas de prevenção é desejável, uma vez que os procedimentos e a mão de obra são financeiramente mais onerosos no tratamento do que na prevenção das doenças.

Limpeza e desinfecção das instalações

A limpeza é a etapa que antecede a desinfecção das instalações, podendo ser definida como a prática que elimina a sujeira mais grosseira. Essa etapa é realizada com o auxílio de pá e vassoura e deve ser efetuada de forma periódica, permitindo aos animais um ambiente mais salubre. O esterco retirado deve ser colocado nas esterqueiras para ser curtido e, posteriormente, pode ser utilizado como uma fonte de renda ou, preferencialmente, como adubo nas próprias áreas para produção de alimento.

A desinfecção tem por objetivo diminuir a quantidade de microrganismos patogênicos no ambiente de criação. Pode ser realizada utilizando-se de métodos físicos ou químicos. Dentre os métodos físicos, o lança-chamas ou vassoura de fogo é o principal. Trata-se de um método bastante eficiente que pode ser realizado nos diversos tipos de instalações. Já os métodos químicos fazem uso de substâncias com ação sobre

os principais microrganismos causadores de doenças. Dentre as principais soluções empregadas estão aquelas à base de cresóis, soda cáustica e cal virgem. É fundamental a realização prévia da limpeza, pois o potencial de ação desses desinfetantes tende a se reduzir quando em contato com a matéria orgânica (esterco).

Os bebedouros e comedouros devem ser construídos (Figura 2B) de tal forma que se evite a entrada dos animais, tendo em vista que eles poderão defecar e promover a contaminação da água e da ração. Os bebedouros devem ser lavados diariamente visando a uma melhor qualidade de água ofertada aos animais.

Controle e prevenção das principais doenças

Para a prevenção das principais enfermidades, é relevante compreender as relações existentes entre ambiente, hospedeiro e patógeno. Dessa forma, será possível a implantação e execução, com sucesso, das práticas profiláticas. Abaixo, estão listados alguns indicadores clínicos que podem ser manifestações de uma enfermidade em curso:

- Tristeza e isolamento.
- Falta de apetite ou apetite depravado (comer areia, plásticos, etc.).
- Ausência de ruminação.
- Perda progressiva de peso.
- Pelos sem brilho ou arrepiados e queda de pelos.
- Anemia.
- Olhos sem brilho ou lacrimejando.
- Febre (temperatura acima de 40 °C).
- Respiração ofegante.
- Fezes pastosas ou diarréicas.
- Desidratação.
- Urina de coloração escura, vermelha e com “cheiro diferente”.
- Corrimento pela vagina ou aborto.
- Atraso no crescimento (animal raquítico).
- Ferimentos ou inchaços em algum membro do corpo.
- Incoordenação motora ou dificuldade de locomoção.

A seguir, serão abordadas as principais enfermidades que acometem os pequenos ruminantes e medidas para seu controle e prevenção.

Doenças

Dentre as principais doenças, estão:

Linfadenite-caseosa (mal do caroço)

A linfadenite-caseosa é uma doença crônica causada por *Corynebacterium pseudotuberculosis* e que tem características supurativas. O animal afetado apresenta debilidade geral e diminuição da produção de carne e leite, podendo até morrer nos casos mais graves (Alves; Pinheiro, 1999). Em estudo epidemiológico, observou-se que aproximadamente 92% das propriedades produtoras de caprinos visitadas no Sertão do estado de Pernambuco apresentam animais com a forma clínica da doença (Alencar et al., 2010).

A enfermidade cursa com aumento de volume de um ou mais linfonodos acometidos (Figura 6), que se apresentam firmes à palpação, tornando-se flutuantes à medida que a doença evolui. Os abscessos, localizados em um ou mais gânglios externos, contêm um material purulento de consistência caseosa e de coloração amarelo-esverdeada (Megid et al., 2016).

No que se refere ao controle e à profilaxia, a retirada dos animais infectados do rebanho deve ser uma das principais práticas implementadas na propriedade, uma vez que o animal infectado é responsável pela disseminação e manutenção do agente infeccioso no rebanho. Além disso, é importante a extirpação cirúrgica do abscesso e, em casos de animais reinfectados por mais de três vezes, recomenda-se o descarte orientado. Com auxílio do médico-veterinário, os criadores também podem implantar um calendário de vacinação contra essa enfermidade, tendo em vista a existência de vacinas no mercado com diferentes níveis de eficácia.

Conjuntivite (cegueira)

A conjuntivite é ocasionada por mais de uma espécie bacteriana que pode acometer os animais tanto isoladamente como em associação. A transmissão da enfermidade se dá principalmente pelo contato direto



Foto: Daniel Maia Nogueira

Figura 6. Linfonodo infartado com material purulento no seu interior.

com animais portadores da doença, embora a participação de vetores (moscas) e as mãos dos tratadores também sejam formas importantes para transmissão da doença. Animais de todas as idades são acometidos e, em especial, os adultos.

A imunidade adquirida após a infecção é geralmente fraca e não protetora. Dentre os principais sinais clínicos, estão o lacrimejamento constante (que pode ser uni ou bilateral), a opacidade de córnea, a secreção mucopurulenta e a formação de úlceras de córnea. A recuperação normalmente ocorre desde que não haja contaminação da câmara ocular por agentes secundários. Para o controle e prevenção da doença, fazem-se necessários a separação dos animais enfermos e o tratamento com antibióticos e anti-inflamatórios locais ou sistêmicos.

Pododermatite (podridão dos cascos)

A pododermatite é uma doença caracterizada pela inflamação da pele interdigital de ovinos e caprinos e pode levar a inúmeros prejuízos, reduzindo sobremaneira o peso corporal dos animais. Além disso, os animais tornam-se mais susceptíveis ao surgimento de outras doenças.

Os animais portadores introduzidos na propriedade são a principal fonte de contaminação, embora existam relatos de que veículos também possam disseminar a enfermidade. Fatores como existência de umidade no ambiente de criação, lesões nos cascos e terrenos accidentados e pedregosos podem favorecer o aparecimento dessa enfermidade. Todas as idades são susceptíveis, embora animais com menos de 2 anos apresentem quadro mais ameno. Algumas raças são mais sensíveis, principalmente aquelas de casco branco.

É fundamental a observação periódica dos cascos dos animais e a realização, sempre que necessário, do casqueamento. Além disso, a colocação dos animais em locais limpos e secos e a construção de pedilúvios são medidas fundamentais para a prevenção da doença.

Mastite

A mastite é uma inflamação da glândula mamária provocada, na sua maioria, por bactérias (Figura 7). A mastite em pequenos ruminantes é um grave problema tanto pela redução na produtividade que causa como pelos riscos à saúde pública que representa (Silva et al., 2001; Peixoto et al., 2010). A mastite pode ser classificada em mastite clínica e subclínica. Na mastite clínica, geralmente há inchaço, vermelhidão, dor, febre e redução da produção de leite. Na mastite subclínica, não há alterações visíveis, mas ocorre queda na produção e mudança na composição do leite, como aumento da contagem de células somáticas e diminuição da caseína, lactose e gordura do leite.

A mastite subclínica é a forma da doença que ocorre com maior frequência nos rebanhos. As perdas na produção de leite atribuídas às mastites subclínicas alcançam de 10% a 26% do total da produção, taxa que varia dependendo do grau de intensidade do processo inflamatório, da espécie do agente infeccioso e do estágio de lactação em que se encontram os animais infectados. Além da diminuição da produção, observa-se perda da qualidade do leite e da função do parênquima glandular, tornando o úbere uma reserva de patógenos. O animal não apresenta alterações visíveis na glândula, porém o leite apresenta alta contagem de células somáticas.



Foto: Daniel Maia Nogueira

Figura 7. Cabra (*Capra hircus*) com mastite.

A higiene é a base para a redução dos casos de mastite em rebanhos leiteiros (Figura 8). Nesse contexto, a desinfecção dos tetos após a ordenha tem se revelado como método muito eficaz para prevenir infecções intramamárias por diferentes patógenos (Peixoto et al., 2012).



A



B

Fotos: Daniel Maia Nogueira

Figura 8. Higiene dos tetos antes da ordenha com água clorada (A) e após a ordenha, com solução de iodo com glicerina (B).

Ectima-contagioso (boqueira)

O ectima-contagioso é uma enfermidade infectocontagiosa causada por vírus que acomete principalmente as crias, podendo também atingir os adultos. Num primeiro momento, aparecem pontos avermelhados nos lábios que progridem para pústulas vesiculosa. Essas se rompem, dando origem às crostas. Além dos lábios, outras regiões do corpo podem ser acometidas (úbere, narina e cascós). A alimentação das crias torna-se difícil devido ao quadro de dor. Fêmeas com crostas no úbere tendem a evitar a amamentação devido à sensação de dor, apresentando redução na produção de leite.

Fazem-se necessários o isolamento dos animais enfermos e o tratamento por meio da retirada das crostas e pinçamento do local com iodo a 10% combinado com glicerina na proporção de 1:1.

Artrite-encefalite-caprina

A artrite-encefalite-caprina é uma doença causada por um vírus que afeta caprinos principalmente nas articulações (Figura 9), nos pulmões, no sistema nervoso e no úbere. Nos ovinos, existe uma doença chamada maedi-visna, que é causada por um vírus da mesma família e que apresenta sintomas semelhantes aos da artrite-encefalite-caprina.

Torna-se difícil uma avaliação das perdas decorrentes da artrite-encefalite-caprina, já que se trata de uma doença de evolução lenta e de caráter crônico. A principal forma de transmissão do vírus é a ingestão de leite contaminado pelos animais recém-nascidos. Em virtude da inexistência de vacinas para prevenção da enfermidade, as medidas profiláticas são de extrema importância para prevenir a ocorrência e adequar condições de convivência com a enfermidade (Callado et al., 2001). Dentre as principais medidas preventivas, estão: fornecimento de colostro ou leite de cabras não infectadas, realização de testes sorológicos periódicos, sacrifício de animais soropositivos e realização de quarentena para animais recém-adquiridos (Nogueira et al., 2009a). Além disso, o produtor deve solicitar o teste sorológico negativo na compra de animais.



Foto: Daniel Maia Nogueira

Figura 9. Cabra (*Capra hircus*) com artrite devido à artrite-encefalite-caprina.

Verminose

Sem dúvida, a verminose ou o parasitismo por nematódeos gastrintestinais é um dos fatores mais limitantes da ovinocaprinocultura, pois causa diminuição da produção de carne e leite, retardamento do crescimento, baixa fertilidade, anemia e desidratação, resultando em altas taxas de mortalidade do rebanho, principalmente no período chuvoso.

Para o controle dessa enfermidade, é importante a introdução de um conjunto de técnicas de prevenção, tendo em vista que o foco em apenas

uma medida não garante o sucesso do controle. Durante muito tempo, o calendário de vermifugação com três aplicações de vermífugos na época seca e uma na chuvosa (totalizando quatro) foi recomendado como forma segura e eficaz. No entanto, esse método não é mais aconselhado devido à possibilidade de favorecer o surgimento de cepas de helmintos resistentes aos anti-helmínticos. Não há um número mínimo ou máximo de vermifugações a serem realizadas ao longo do ano, uma vez que cada propriedade tem suas particularidades no que se refere aos aspectos edafoclimáticos e de manejo geral do rebanho.

O método Faffa Malan Chart (Famacha) surge como um importante recurso no controle da verminose causada pelo *Haemonchus contortus*, tendo como principal vantagem a redução do número de tratamentos aplicados (Nogueira et al., 2011c), o que auxilia na diminuição do desenvolvimento da resistência aos anti-helmínticos. É um método de tratamento seletivo, ou seja, apenas os animais que apresentam sinais da doença (nesse caso, anemia marcante) devem ser vermifugados. O método tem como pressuposto o fato de que nem sempre todo rebanho necessita realmente de vermifugação. A avaliação é realizada por meio da observação da porção medial da mucosa ocular dos animais (Figura 10) e da comparação com o cartão Famacha (Chagas et al., 2007).

Foto: Daniel Maia Nogueira



Figura 10. Avaliação da mucosa ocular pelo método Famacha (A), anemia da mucosa ocular (B).

A eficácia do método Famacha é maior quando a prevalência da verminose por *Haemonchus* sp. for maior do que 60% da carga parasitária, que é o principal causador da anemia dos animais. Portanto, o método

Famacha não deve ser usado como única base para o monitoramento da verminose de caprinos e ovinos, mas, isso sim, deve estar associado à contagem de ovos por grama de fezes e à coprocultura para identificação do gênero das larvas infectantes.

Dentre as principais recomendações para uso do Famacha, estão:

- Realização de treinamento técnico da equipe.
- Determinação da ocorrência de *H. contortus* por meio de cultura de fezes.
- Tratamento de todo o rebanho quando mais de 10% dos animais apresentarem graus Famacha 4 e 5.
- Uso de vermífugo com elevada eficácia (> 90%).

Embora o Famacha seja um método que pode trazer benefícios ao produtor, é salutar a introdução de outros procedimentos, a saber:

- Construção de esterqueiras.
- Limpeza periódica das instalações.
- Higiene dos bebedouros e comedouros.
- Separação dos animais por faixa etária.
- Promoção de período de descanso do pasto (em caso de pastagem cultivada).

Outra estratégia para o controle da verminose é o uso da suplementação alimentar a fim de melhorar o aporte nutricional dos animais e promover uma resistência satisfatória do hospedeiro à infecção. A suplementação proteica associada ao controle anti-helmíntico pelo método Famacha pode ser uma importante ferramenta para os sistemas de produção animal em pastagens tropicais (Nogueira et al., 2009b).

Existem métodos de controle alternativos para a verminose que se baseiam no uso de plantas medicinais. Assim como as drogas químicas, as plantas medicinais também precisam passar por avaliação em condições de laboratório para que possam ter seu uso recomendado. Contudo, como muitos estudos sobre essas plantas não tiveram continuidade, não é possível a recomendação desses métodos alternativos de forma mais segura.

Eimeriose

A eimeriose é uma endoparasitose de grande importância econômica, principalmente em rebanhos que permanecem estabulados. É mais frequente em animais jovens, causando um quadro clínico que se apresenta com diarreia, falta de apetite e perda progressiva de peso, com possibilidade de óbito em casos mais severos. Os animais enfermos devem ser separados e tratados com drogas à base de sulfá, com duração e dosagem indicadas pelo médico-veterinário.

Quanto à prevenção, recomendam-se:

- Promover higiene contínua dos alojamentos, além dos bebedouros e comedouros.
- Manter os animais separados de acordo com a faixa etária (crias, marrões e adultos).
- Evitar manter os animais em áreas úmidas.
- Evitar superlotação nas instalações e pastagens.
- Isolar os animais enfermos.

Ectoparasitoses

Aqueles parasitas que se localizam no exterior do animal, ou seja, na pele, são chamados de ectoparasitas. Dentre os principais, podem-se citar os ácaros causadores da sarna ou escabiose, os piolhos e algumas espécies de moscas de importância na sanidade animal.

A sarna é causada por várias espécies de ácaros, sendo que os caprinos e ovinos são acometidos principalmente pelas sarnas dos tipos auricular e nodular pruriginosa (demodélica). Na sarna auricular, os animais apresentam crostas nas orelhas e coceira, deixando-os inquietos. Já na sarna demodélica, também conhecida como “bexiga”, o animal apresenta nódulos na pele, que aparecem com maior frequência nas regiões do pescoço, da paleta e das costelas, causando prejuízo ao produtor devido à perda de qualidade da pele comercializada nos curtumes. Esse tipo de enfermidade é de difícil tratamento, sendo recomendada a separação dos animais com a doença e o tratamento com sarnicidas de uso tópico e sistêmico. Para a sarna auricular,

orienta-se realizar a retirada das crostas com auxílio de algodão embebido em solução oleosa e o uso de soluções sarnicidas.

Outra ectoparasitose de grande importância é a pediculose, enfermidade causada pelos piolhos. Esses parasitas causam um estado de irritação nos animais que culmina com a perda do apetite e do peso. O tratamento é realizado por meio de banhos de imersão ou pulverização de soluções inseticidas seguindo as orientações de diluição do fabricante. Os banhos são administrados com intervalos de 10 dias ou a critério do médico-veterinário.

As miíases, também conhecidas como bicheiras, aparecem ao longo de todo o ano, sendo mais frequentes nas épocas chuvosas. As moscas são atraídas pela presença de sangue, e suas larvas se alimentam de tecidos em locais onde há ferimento. Os animais apresentam inquietação e emagrecimento, podendo evoluir para óbito. O tratamento baseia-se na retirada das larvas e na lavagem do local com água e sabão com uso de solução repelente e cicatrizante. Deve-se sempre fazer uso dessas soluções em ferimentos para repelir a mosca-varejeira, prevenindo, assim, a miíase.

Isolamento de animais doentes

Diante da presença de animais com sinais de doenças infectocontagiosas, tais como linfadenite-caseosa, broncopneumonia e conjuntivite, faz-se necessária a colocação desses animais numa área denominada de isolamento. Trata-se de baia construída distante (50 m) das demais instalações dos animais e que pode ser rústica, mas precisa dispor de bebedouro e comedouro. É importante procurar a orientação de um médico-veterinário quando suspeitar de doença infecciosa no rebanho. Com esse tipo de manejo, evita-se a disseminação de doenças entre os demais animais do rebanho.

Vacinação de rebanhos

A vacinação de rebanhos é uma importante prática, entre as diversas, do manejo sanitário dos animais, uma vez que promove a diminuição da frequência de casos de animais doentes. É importante que o criador procure a agência de defesa agropecuária local ou a secretaria de agricultura do município para conhecer o calendário de vacinação (Tabela 2) preconizado

para a localidade de criação dos animais, pois esse é específico para cada região. No Semiárido nordestino, recomenda-se, de forma geral, a vacinação contra as clostridioses e a raiva.

Tabela 2. Exemplo de recomendações de vacinação⁽¹⁾ para caprinos e ovinos na região Nordeste.

| Enfermidade | Quando vacinar | Quando aplicar o reforço |
|------------------------------------|---|---|
| Clostridiose | Crias provenientes de mães não vacinadas: a partir da 4 ^a semana de vida | 30 dias após a 1 ^a dose. Após essa dose, aplicar reforço anualmente |
| | Crias provenientes de mães vacinadas: a partir da 10 ^a semana de vida | 30 dias após a 1 ^a dose. Após essa dose, aplicar reforço anualmente |
| | Matrizes já vacinadas | De 4 a 6 semanas antes do parto. Aplicar o reforço anualmente |
| | Animais nunca vacinados: proceder à vacinação tão logo quanto possível | 30 dias após a 1 ^a dose. Após essa dose, aplicar o reforço anualmente |
| Raiva ⁽²⁾ | Crias: a partir de 4 meses de idade | 30 dias após a 1 ^a dose. Após essa dose, aplicar o reforço anualmente |
| Linfadenite-caseosa ⁽³⁾ | Crias: a partir de 3 meses de idade | 30 dias após a 1 ^a dose. Após essa dose, aplicar o reforço anualmente |
| | Animais nunca vacinados: proceder à vacinação tão logo quanto possível | 30 dias após a 1 ^a dose. Após essa dose, aplicar o reforço anualmente |

⁽¹⁾ O esquema de vacinação sofre alteração dependendo da região de criação dos animais.

⁽²⁾ Doença importante em áreas com presença do morcego-hematófago (*Desmodus rotundus*).

⁽³⁾ Dependendo marca comercial, a vacinação só é realizada em rebanhos em que a doença não está presente.

Alguns cuidados gerais devem ser tomados na prática de vacinação:

- Ler atentamente as informações constantes na bula.
- Manter a vacina sob refrigeração (de 4 °C a 8 °C).

- Vacinar em horários mais frescos do dia.
- Não vacinar animais doentes.
- Fazer uso da dose adequada e na idade correta.
- Trocar a agulha a cada 15 animais vacinados.

Suprimento das necessidades de água

A água é um dos principais nutrientes requeridos pelos animais, sendo de vital importância em diversas situações nos sistemas de produção animal. Em se tratando de água para consumo dos animais, o aspecto qualidade é de grande relevância e deve merecer do produtor atenção especial. Quando a água é de baixa qualidade, tem-se um desempenho produtivo abaixo da média, além do risco de aparecimento de algumas enfermidades, pois algumas delas são transmitidas via água.

A qualidade da água pode ser determinada pela presença de substâncias orgânicas, como coliformes fecais, e substâncias inorgânicas, como minerais, nitratos e nitritos. Assim, a qualidade da água contempla a sua composição química, física e bacteriológica. Por isso, é importante a realização das análises laboratoriais físicas, químicas e microbiológicas para uso seguro da água na produção animal (Domingues; Langoni, 2001).

Dentre as características químicas, destaca-se a salinidade da água, que constitui um dos principais entraves em muitos sistemas de produção do Semiárido. Como a água disponível nas comunidades rurais muitas vezes não tem a qualidade adequada, ela pode comprometer a saúde humana e a dos animais (Araújo et al., 2011). Ainda de acordo com esses autores, os caprinos e ovinos podem recusar a água com elevado teor de sais, embora possam ingeri-la, num segundo momento, o que pode implicar, porém, o risco de surgimento de doenças metabólicas.

Pode-se fazer a adaptação gradativa dos animais à salinidade da água a ser consumida. Em se tratando da água proveniente de poços profundos, é fundamental conhecer o teor de sais presentes na água, uma vez que existe um limiar para seu uso de forma segura. Para caprinos e ovinos, o limite é $16,0 \text{ dS m}^{-1}$, acima do qual o fornecimento é prejudicial (Runyan; Bader, 1994).

A ingestão diária de água varia em função de inúmeros fatores, principalmente do estágio fisiológico, do tipo de alimentação e do manejo geral de criação. Abaixo, seguem informações de diferentes autores sobre o consumo médio diário de água por pequenos ruminantes (Tabela 3).

Tabela 3. Necessidade de consumo médio diário de água por pequenos ruminantes⁽¹⁾.

| Animal/ Raça | Consumo de água (L dia ⁻¹) | Referência |
|-----------------------------|---|----------------------------------|
| Caprinos Canindé e Moxotó | 4,4 a 6,2 | Ribeiro et al. (2006) |
| Ovelhas Santa Inês | 3,2 a 3,9 | Brito et al. (2007) |
| Caprinos e Ovinos | 4,3 a 5,2 | National Research Council (2007) |
| Ovinos SRD ⁽²⁾ | 3,4 | Alves et al. (2007) |
| Caprinos SRD ⁽²⁾ | 2,3 | Alves et al. (2007) |

⁽¹⁾ Caprino: *Capra hircus*; Ovino: *Ovis aries*. ⁽²⁾Animais sem padrão racial definido.

Manejo alimentar

As práticas de manejo alimentar visam reduzir a idade de abate e aumentar o peso dos animais abatidos e a eficiência reprodutiva do rebanho. Dentre as principais práticas, podem ser destacados a alimentação restrita das crias, o confinamento e a suplementação estratégica de longa e curta durações.

Suplementação das crias: alimentação restrita e confinamento

A alimentação restrita é uma prática utilizada durante a fase de aleitamento na qual as crias recebem uma suplementação exclusiva. Portanto, apenas os cordeiros e os cabritos têm acesso à ração própria (ofertada no cocho) para a fase inicial de cria (Figura 11). Essa prática tem como objetivo principal promover o desmame de animais mais pesados, contribuindo para o desenvolvimento precoce do rúmen nas crias na fase de aleitamento, o aumento da sobrevivência das crias, a redução do desgaste das matrizes durante a amamentação e a terminação mais rápida das crias.



Fotos: Daniel Maia Nogueira

Figura 11. Cercados em cocho de madeira (A) e em tela metálica (B) utilizados na alimentação restrita.

Para que o consumo da ração inicial seja elevado, as dietas fornecidas na alimentação restrita devem apresentar boa aceitabilidade e estar ao alcance das crias durante todo o tempo. Além disso, o concentrado deverá ter muita energia e conter teores adequados de proteína, minerais e vitaminas. A alimentação restrita garante maior sucesso em confinamento durante a fase de terminação, possibilitando redução nos custos com alimentação e mão de obra e gerando maior retorno econômico da atividade.

No confinamento, os animais desmamados são mantidos em área restrita (normalmente em baías coletivas) recebendo água e rações completas com ingredientes volumosos de boa qualidade e concentrados proteicos e energéticos. Antes de serem confinados, os animais deverão ser distribuídos em lotes homogêneos levando em consideração a espécie, a idade e o peso. Evita-se, dessa forma, a competição, que pode afetar o desempenho produtivo dos animais em confinamento. A alimentação é o fator decisivo para o sucesso do confinamento, devendo haver sobras entre 5% e 10% da quantidade de ração fornecida (Ítavo et al., 2011).

Suplementação alimentar para aumentar a taxa de ovulação e o ganho de peso

A prática da suplementação alimentar objetiva suprir as exigências nutricionais das fêmeas para o início da atividade reprodutiva. Em um trabalho de pesquisa participativa com uma associação de produtores rurais em Dormentes, PE, a suplementação alimentar dos animais e a adoção de uma

estação de monta para as matrizes mostraram-se eficazes para o aumento do ganho de peso e a melhoria do desempenho reprodutivo do rebanho, elevando as taxas de parição e o número de cordeiros nascidos vivos (Nogueira et al., 2011d).

Durante o período seco do ano, observou-se que cabras mantidas na caatinga e suplementadas com palma-forrageira em associação com 200 g dia⁻¹ de ração concentrada [contendo de farelo de soja (*Glycine max*), farelo de trigo (*Triticum spp.*) e grão de milho (*Zea mays*) moído] apresentaram maiores ganhos de peso em relação às cabras que receberam apenas palma-forrageira (Tabela 4). A suplementação com concentrado mostrou-se adequada para a manutenção dos pesos corporais e para os ganhos de peso moderados (de 9,7 g dia⁻¹ a 16,2 g dia⁻¹) de cabras de corte. As perdas de peso observadas nas cabras alimentadas com vegetação da caatinga ou com capim-buffel (*Cenchrus ciliaris*) e suplementadas somente com palma-forrageira podem ser explicadas pelo baixo valor nutritivo das pastagens ao longo dos meses da estação seca (Nogueira et al., 2011b).

Tabela 4. Consumo de matéria seca, variação de peso corporal e parâmetros reprodutivos de cabras (*Capra hircus*) recebendo diferentes regimes alimentares.⁽¹⁾

| Parâmetros | Regime alimentar | | | |
|---|-----------------------------|---|---------------------------------|---|
| | Caatinga + palma-forrageira | Caatinga + palma-forrageira + concentrado | Capim-buffel + palma-forrageira | Capim-buffel + palma-forrageira + concentrado |
| Consumo de matéria seca (kg) | 0,380 | 0,596 | 0,322 | 0,494 |
| Peso inicial (kg) | 32,60 | 31,70 | 32,16 | 32,40 |
| Variação de peso (kg em 168 dias) | -1,71b | 1,63a | -0,87b | 2,73a |
| Ganho médio diário (g dia ⁻¹) | -10,20b | 9,70a | -5,20b | 16,24a |
| Manifestação de cio (n) | 33 | 33 | 48 | 40 |
| Taxa de parição [n (%)] | 9/10 (90) | 7/8 (87,5) | 9/13 (69,2) | 8/10 (80) |
| Prolificidade (n) | 1,3 | 1,6 | 1,4 | 1,6 |

⁽¹⁾Valores com letras sobrescritas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

Fonte: Adaptado de Nogueira et al. (2011b).

Em caprinos e ovinos, a súbita disponibilidade de boa nutrição e a ingestão de níveis crescentes de energia podem induzir o cio e a ovulação (Martin et al., 2004). Nogueira et al. (2011b) observaram um maior número de cabras em cio durante o período chuvoso, fato relacionado com a maior oferta qualitativa e quantitativa de forragem durante esse período e, possivelmente, com a redução do estresse calórico dos animais. Portanto, o estudo de Nogueira mostrou que a nutrição afeta a reprodução através de mudanças no peso corporal e na condição corporal, influenciando o desenvolvimento folicular e a taxa de ovulação.

A nutrição pode afetar a taxa de ovulação através de dois efeitos: o efeito estático e o efeito agudo. O primeiro é o resultado da suplementação alimentar de longa duração (de 3 a 6 semanas), e o segundo é o da suplementação de curta duração (inferior a 2 semanas).

Suplementação de longa duração ou efeito estático

Na prática, o efeito estático objetiva aumentar o aporte nutricional para promover aumento do peso corporal e melhorar a condição corporal do animal para o início da atividade reprodutiva, que tem uma forte influência sobre a eficiência reprodutiva. Normalmente, a condição corporal ótima durante a estação de monta varia entre 3,0 e 4,0 numa escala de 1,0 a 5,0 (Cezar; Sousa, 2006). A suplementação alimentar de longa duração faz aumentar o desempenho reprodutivo em fêmeas de baixa condição corporal (condição corporal = 2,5), mas praticamente não afeta o desempenho de fêmeas de condição corporal acima de 3,5 (Nogueira et al., 2011a). A melhoria do desempenho reprodutivo nas fêmeas mais magras acontece porque elas ganham peso e melhoram a condição corporal, o que não acontece com as fêmeas que já estão em bom estado nutricional.

Suplementação de curta duração ou efeito agudo

O efeito agudo é conhecido como o efeito da suplementação de curta duração (inferior a 2 semanas), que normalmente tem custos financeiros menores quando comparados com os da suplementação alimentar de longa duração. Até há pouco tempo, havia pouca informação disponível com relação à duração mínima que deveria ter a suplementação para produzir aumento do número de ovulações (Nogueira et al., 2011a). Poucos

estudos já demonstraram que a suplementação alimentar de curta duração pode aumentar a taxa de ovulação em ovelhas (Downing et al., 1995; Nottle et al., 1997). A grande maioria dos estudos demonstra que a suplementação de curta duração pode melhorar o desenvolvimento dos folículos ovarianos, sem aumentar a taxa de ovulação (Haruna et al., 2009). Esse efeito inconsistente da suplementação de curta duração para o aumento taxa de ovulação depende do desenvolvimento folicular no início da suplementação alimentar.

Foi apenas com o estudo da dinâmica folicular ovariana por ultrassonografia em ovinos que se tornou possível demonstrar que a suplementação alimentar deve começar no momento de emergência da onda folicular ovulatória, entre 4 e 8 dias antes da ovulação (Viñoles et al., 2005). Para isso, o desenvolvimento folicular ovariano deve ser sincronizado para o mesmo momento do início da suplementação alimentar. Portanto, é possível aumentar da taxa ovulatória e, consequentemente, a prolificidade após uma suplementação alimentar entre 4 e 8 dias antes da ovulação. Durante esse período, observa-se aumento dos níveis plasmáticos de glicose, insulina, leptina e IGF-1 (Viñoles et al., 2005; Scaramuzzi et al., 2006). Esses hormônios e metabólitos sinalizam os níveis de energia e, consequentemente, o estado nutricional dos animais. Nesse sentido, os animais com deficiência alimentar normalmente apresentam baixos níveis sanguíneos de glicose, insulina, leptina e IGF-1 (Nogueira et al., 2016).

Portanto, para que essa prática seja efetiva, a suplementação alimentar deve começar antes da ovulação. Como as ovulações podem ocorrer em qualquer período do ciclo estral (17 dias em ovelhas e 21 dias em cabras), deve-se fazer uma sincronização do cio e da ovulação através de tratamentos hormonais. Para isso, Viñoles et al. (2010) usaram três injeções de análogos da prostaglandina (PG) aplicadas em intervalos de 7 dias. A suplementação alimentar foi administrada após a segunda injeção de PG. A terceira injeção de PG foi aplicada no fim da suplementação alimentar (Figura 12). Dessa forma, foi possível sincronizar o início do crescimento folicular com o início da suplementação alimentar.

Nogueira et al. (2016) avaliaram a resposta reprodutiva de cabras em anestro estacional que foram suplementadas com milho ($10,6\text{ MJ dia}^{-1}$ de energia metabolizável) e/ou sincronizadas hormonalmente. Os autores observaram que a suplementação com milho por 9 dias fez aumentar os



Figura 12. Sincronização do crescimento folicular e da suplementação alimentar para aumento da taxa de ovulação em ovelhas.

Fonte: Adaptado de Viñoles et al. (2010).

níveis plasmáticos de insulina, leptina e IGF-1 e que a suplementação associada à sincronização do cio fez aumentar a taxa ovulatória das cabras em 43%. Portanto, a adição de 220 g de milho por cabra por dia pode promover aumento da taxa ovulatória e, consequentemente, pode fazer aumentar o número de crias nascidas.

Em outro estudo semelhante, Nogueira et al. (2017) observaram que a taxa ovulatória em cabras sincronizadas pode ser aumentada quando a suplementação com milho é oferecida para atingir 1,5 vez acima da manutenção requerida (10 MJ dia^{-1} de energia metabolizável). Essa suplementação energética com milho pode ser uma fonte de energia rapidamente disponível para os microrganismos do rúmen.

Esses trabalhos trazem resultados muito importantes porque mostram que é possível aumentar o número de crias nascidas em somente 9 dias de suplementação alimentar aplicada de forma estratégica. Dessa maneira, é possível reduzir os custos financeiros quando comparados com os da suplementação alimentar de longa duração.

Considerações finais

A criação de caprinos e ovinos na agricultura familiar, apesar dos expressivos números dos rebanhos e do potencial de exploração no Semi-árido, ainda aproveita pouco sua capacidade para produção de carne e de leite. Por isso, a fim de alcançar um maior desenvolvimento do setor, há necessidade de programas e incentivos, sobretudo em políticas públicas, que possam contribuir para os manejos alimentar, sanitário e reprodutivo dos animais.

Além disso, para que a ovinocaprinocultura possa disputar maior espaço nos mercados nacional e internacional, o produtor familiar tem que acompanhar a exigência do mercado consumidor por produtos de qualidade. Portanto, os produtores devem adotar as práticas de escrituração zootécnica, controle reprodutivo do rebanho, prevenção de doenças e suplementação alimentar nos períodos de carência alimentar. Com a adoção dessas práticas de manejo, é possível melhorar as taxas de parição e desmame das crias, reduzir a mortalidade e, consequentemente, aumentar a eficiência produtiva do rebanho.

Referências

- ALENCAR, S. P.; MOTA, R. A.; COELHO, M. C. O. C.; NASCIMENTO, S. A.; ABREU, S. R. O.; CASTRO, R. S. Perfil sanitário dos rebanhos caprinos e ovinos no sertão de Pernambuco. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, p. 131-140, 2010.
- ALVES, F. S. F.; PINHEIRO, R.R. Linfadenite caseosa: recomendações e medidas profiláticas. **A Lavoura**, v. 631, p. 42-43, 1999. (Comunicado técnico, 33).
- ALVES, J. M., ARAÚJO, G. G. L., PORTO, E. R., CASTRO, J. M. C., SOUZA, L. C. Feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.) e palma-forrageira (*Opuntia ficus mill.*) em dietas para caprinos e ovinos. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 9, p. 43-52, 2007. DOI: 10.15528/412.
- ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V.; TURCO, S. H. N.; PEREIRA, L. G. R. A água nos sistemas de produção de caprinos e ovinos. In: Voltolini, T. V. (Ed.). **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. p. 69-94.
- BRITO, T. S.; VIANA, M. H.; FIGUEIREDO, F. O. M. Consumo de água e sal mineral de ovelhas da raça Santa Inês gestantes submetidas a dois manejos nutricionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 3., 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL/ABZ, 2007. 1 CD-ROM.
- CALLADO, A. K. C.; CASTRO, R. S.; TEIXEIRA, M. F. S. Lentivírus de pequenos ruminantes (CAEV e Maedi-visna): revisão e perspectivas. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 87-97, jul./set. 2001.
- CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. Avaliação e utilização da condição corporal como ferramenta de melhoria da reprodução e produção de ovinos e caprinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 649-678, 2006. Supl. Especial.

CHAGAS, A. C. S.; OLIVEIRA, M. C. S.; CARVALHO, C. O.; MOLENTO, M. B.

Método Famacha: um recurso para o controle da verminose em ovinos, 2007. 8 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Circular técnica, 52).

DOMINGUES, P. F.; LANGONI, H. **Manejo sanitário animal.** Rio de Janeiro: Epub, 2001. 210 p.

DOWNING, J. A.; JOSS, J.; CONNELL, P.; SCARAMUZZI, R. J. Ovulation rate and the concentrations of gonadotrophic and metabolic hormones in ewes fed lupin grain. **Journal of Reproduction and Fertility.** v. 103, p. 137-145, 1995.
DOI: 10.1530/jrf.0.1030137.

FALCÃO, D. P.; SANTOS, M. H. B; FREITAS NETO, L. M.; NEVES, J. P. N.; LIMA, P. F.; OLIVEIRA, M. A. L. Uso da PGF_{2α} no puerpério para reduzir o anestro pós-parto de cabras em aleitamento contínuo e controlado. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 2, p. 512-518, abr./jun. 2008.

FREITAS, V. J. F.; RONDINA, D.; NOGUEIRA, D. M.; SIMPLÍCIO, A. A. Post-partum anoestrus in Anglo-Nubian and Saanen goats raised in semi-arid of North-eastern Brazil. **Livestock Production Science**, v. 90, p. 219-226, 2004.

DOI: 10.1016/j.livprodsci.2004.06.005.

HARUNA, S.; KUROIWA, T.; LU, W.; ZABULI, J.; TANAKA, T.; KAMOMAE, H. The effects of short-term nutritional stimulus before and after the luteolysis on metabolic status, reproductive hormones and ovarian activity in goats. **Journal of Reproduction and Development**, v. 55, p. 39-44, 2009. DOI: 10.1262/jrd.20082.

ÍTAVO, C. C. B. F.; VOLTOLINI, T. V.; ÍTAVO, L. C. V.; MORAES, M. G.; FRANCO, G. L. Confinamento. In: VOLTOLINI, T. V. (Ed.). **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido**, Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. p. 299-321.

MARTIN, G.; RODGER, J.; BLACHE, D. Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. **Reproduction, Fertility and Development.** v. 16, p. 491-501, 2004. DOI: 10.1071/RD04035.

MEGID, J.; RIBEIRO, M. G; PAES, A. C. **Doenças infecciosas em animais de produção e companhia.** ROCA: Rio de janeiro, 1296p, 2016.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants:** sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, DC, 2007. 384 p.

NOGUEIRA, D. M.; AZEVEDO, S. G.; VOLTOLINI, T. V.; MORAES, S. A. de; LOIOLA FILHO, J. B.; NASCIMENTO, T. V. C. Manejo reprodutivo e alimentar para o

fortalecimento da ovinocultura de corte em associação de produtores no semiárido nordestino, no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 28, n. 2, p. 427-446, maio-ago. 2011d.

NOGUEIRA, D. M.; CAVALIERI, J.; FITZPATRICK, L. A.; GUMMOW, B.; BLACHE, D.; PARKER, A. J. Effect of hormonal synchronisation and/or short-term supplementation with maize on follicular dynamics and hormone profiles in goats during the non-breeding season. **Animal Reproduction Science**, v. 171, p. 87-97, Aug. 2016. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2016.06.003.

NOGUEIRA, D. M.; ELOY, A. M. X.; LOPES JÚNIOR, E. S.; SÁ, C. O.; FIGUEIREDO, H. O.S.; SOUSA, P. H. F. Manejo reprodutivo. In: VOLTOLINI, T. V. (Ed.). **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011a. p. 385-420

NOGUEIRA, D. M.; ESHTAEBA, A.; CAVALIERI, J.; FITZPATRICK, L.A.; GUMMOW, B.; BLACHE, D.; PARKER, A. J. Short-term supplementation with maize increases ovulation rate in goats when dietary metabolizable energy provides requirements for both maintenance and 1.5 times maintenance. **Theriogenology**, v. 89, p. 97-105, Feb. 2017. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2016.10.014.

NOGUEIRA, D. M.; FREITAS, V. J. F. Anestro pós-parto em caprinos: uma revisão. **Ciências e Tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 33-40, jul./dez. 2000.

NOGUEIRA, D. M.; MISTURA, C.; TURCO, S. H. N.; VOLTOLINI, T. V.; ARAÚJO, G. G. L.; SOUZA, T. C. Aspectos clínicos, parasitológicos e produtivos de ovinos mantidos em pastagem de capim-aruana irrigado e adubado com diferentes doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 33, p. 175-181, 2011c. DOI: 10.4025/actascianimsci.v33i2.9406.

NOGUEIRA, D. M.; PARKER, A.; VOLTOLINI, T. V.; MORAES, S. A.; MOREIRA, J. N.; ARAÚJO, G. G. L.; GUIMARÃES FILHO, C. Reproductive and productive performance of crossbred goats submitted to three matings in two years under an agro-ecological production system in the semi-arid region of Brazil. **Journal of Animal Production Advances**, v. 2, n. 9, p. 429-435, 2012.

NOGUEIRA, D. M.; PINHEIRO, R. R.; ALVES, F. S. F. **Artrite encefalite caprina viral**: um alerta aos produtores. Petrolina: Embrapa Semiárido. 2009a. p. 1-5. (Comunicado técnico, 139).

NOGUEIRA, D. M.; VOLTOLINI, T. V.; MOREIRA, J. N. Efeito da suplementação protéica sobre os parâmetros clínicos e parasitológicos de ovinos mantidos em pastagem de Tifton 85. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, p. 1100-1109, out.-dez. 2009b.

NOGUEIRA, D. M.; VOLTOLINI, T. V.; MOREIRA, J. N.; LOPES JÚNIOR, E. S.; OLIVEIRA, V. G. Efeito de regimes alimentares sobre o peso corporal e parâmetros reprodutivos de cabras nativas (Effect of alimentary regimes on body weight and reproductive parameters of native goats). *Archivos de Zootecnia*, v. 60, n. 232(2), p. 1339-1342, 2011b.

NOTTLE, M. B.; KLEEMANN, D. O.; GROSSER, T. I.; SEAMARK, R. F. Evaluation of a nutritional strategy to increase ovulation rate in Merino ewes mated in late spring-early summer. *Animal Reproduction Science*, v. 47, p. 255-261, July, 1997. DOI: 10.1016/S0378-4320(97)00025-0.

PEIXOTO, R. M.; AMANSO, E. S.; CAVALCANTE, M. B.; AZEVEDO, S. S.; PINHEIRO JUNIOR, J. W.; MOTA, R. A.; COSTA, M. M. Fatores de risco para mastite infeciosa em cabras leiteiras criadas no estado da Bahia. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 79, p. 101-105, 2012.

PEIXOTO, R. M.; FRANÇA, C. A.; SOUZA JÚNIOR, A. F.; VESCHI, J. L. A.; COSTA, M. M. Etiologia e perfil de sensibilidade antimicrobiana dos isolados bacterianos da mastite em pequenos ruminantes e concordância de técnicas empregadas no diagnóstico. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 30, p. 735-740, set. 2010.

RIBEIRO, V. L. R.; BATISTA, A. M. V.; CARVALHO, F. F. R.; AZEVEDO, M.; MATTOS, C. W.; ALVES, K. S. Ingestive behavior of Moxoto and Caninde goats submitted to ad libitum and restricted feeding. *Acta Scientiarum - Animal Science*, v. 28, n. 3, p. 331-337, 2006.

RUNYAN, C.; BADER, J. Water quality for livestock and poultry. In: AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. *Water quality for agriculture*. Rome: FAO, 1994. (Irrigation and Drainage Paper, 29).

SCARAMUZZI, R. J.; CAMPBELL, B. K. DOWNING, J. A.; KENDALL, N. R.; KHALID, M.; MUÑOZ-GUTIÉRREZ, M.; SOMCHIT, A. A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reproduction Nutrition and Development*, v. 46, p. 339-354, July, 2006. DOI: 10.1051/rnd:2006016.

SHUBBER, A.H., DOXEY, D.L., BLACK, W.J.M., FITZSIMONS, J. Colostrum production by ewes and the amounts ingested by lambs. *Research in Veterinary Science*, v. 27, p. 280-282, 1979.

SILVA, E. R.; ARAÚJO, A. M.; ALVES, F. S. F.; PINHEIRO, R. R.; SAUKAS, T. N. Associação entre o California Mastitis Test e a Contagem de Células Somáticas na avaliação

da saúde da glândula mamária caprina. **Brazilian Journal of Veterinary Research Animal Science**, v. 38, n. 1, p. 46-48, 2001.

SILVA, S. L.; FAGLIARI, J. J.; BAROZA, P. F. J.; CESCO, F. T. R. S.; JORGE, R. L. N. Avaliação da imunidade passiva em caprinos recém-nascidos alimentados com colostrum de cabras ou colostrum de vacas. **Ars Veterinária**, v. 23, p. 81-87, 2007. DOI: 10.15361/2175-0106.2007v23n2p81-88.

SOARES, J. P. G.; NOGUEIRA, D. M.; DIAS, J.; FONSECA, C. E. M. **Orientações técnicas para produção de leite de cabra em sistema orgânico**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. 95 p.

VIÑOLES, C.; FORSBERG, M.; MARTIN, G. B.; CAJARVILLE, C.; REPETTO, J.; MEIKLE, A. Short-term nutritional supplementation of ewes in low body condition affects follicle development due to an increase in glucose and metabolic hormones. **Reproduction**, v. 129, n. 3, p. 299-309, Mar. 2005. DOI: 10.1530/rep.1.00536.

VIÑOLES, C.; PAGANONI, B.; GLOVER, K. M. M.; MILTON, J. T. B.; BLACHE, D.; BLACKBERRY, M. A.; MARTIN, G. B. The use of a 'first-wave' model to study the effect of nutrition on ovarian follicular dynamics and ovulation rate in the sheep. **Reproduction**, v. 140, p. 865-874, Dec. 2010. DOI: 10.1530/REP-10-0196.

Capítulo 9

Criação de galinhas comuns localmente adaptadas

Robério dos Santos Sobreira
Teresa Herr Viola

Há uma crescente preocupação com a preservação da variabilidade e a conservação de recursos genéticos de galinhas domésticas (*Gallus gallus domesticus*) que são fruto da pressão de seleção natural ao longo de muitas décadas em todo o mundo. Segundo a Organização das Nações Unidas (FAO, 2007), esses animais podem receber a denominação de “aves localmente adaptadas”. O Nordeste brasileiro é um exemplo significativo de ambiente onde essas aves se desenvolveram. Estudos como os de Clementino et al. (2007) e Carvalho et al. (2015) já encontraram diferenças fenotípicas e genotípicas (cinco biotipos diferentes) entre galinhas localmente adaptadas na microrregião do Meio-Norte do Brasil. Essas aves, originárias de vários ramos genealógicos, sobreviveram, se reproduziram em situações típicas da região e se tornaram adaptadas ao clima e à rusticidade locais (Figura 1). O desafio para os criadores dessas aves é tornar a produção mais eficiente com diminuição dos custos de produção, bem como contribuir para a preservação do conhecimento tradicional agregado.

O período de criação dessas aves localmente adaptadas é mais longo e sua produção de carne e ovos é menor quando comparada à das aves de linhagens industriais, mas seus produtos são considerados diferenciados pela textura, pelo sabor e pela coloração da carne e da gema dos ovos.

Quando associadas a condições sanitárias e de higiene, as aves localmente adaptadas podem conquistar alta qualidade e preço diferenciado.

No Nordeste, a criação dessas galinhas por agricultores familiares desempenha um papel muito importante na alimentação e na comercialização de ovos e carne, podendo funcionar como uma renda emergencial ou até como fonte principal de renda do produtor. A criação é uma atividade simples, e a introdução de novas técnicas, de fácil adoção pelo pequeno produtor, pode contribuir significativamente para a produção e preservação desses recursos genéticos localmente adaptados. A produção tem potencial apelo comercial, podendo inclusive seguir a linha de produção orgânica, que é tão visada por determinados consumidores dentro e fora do Brasil. Atualmente, já é de conhecimento geral que a carne das galinhas comuns localmente adaptadas alcança preços mais elevados nas feiras e no mercado do que a dos frangos e/ou galinhas de granja.

Foto: Maria Eugenia Ribeiro



Figura 1. Galinhas (*Gallus gallus domesticus*) localmente adaptadas à microrregião do Meio-Norte brasileiro.

A introdução de aves comerciais (linhagens melhoradas) contribui, de forma negativa, para a conservação de recursos genéticos locais. Entretanto, essas linhagens também fazem parte da realidade encontrada no Semiárido. As linhagens comerciais, em grande parte, não são adaptadas às adversidades da realidade regional, tais como clima quente, tipo de alimentação, parasitas e doenças. Enquanto as galinhas localmente adaptadas, por estarem ajustadas às adversidades encontradas, garantem, de certa forma, um desempenho mínimo, as linhagens comerciais apresentam maior susceptibilidade às doenças, à subnutrição ou à intolerância ao calor extremo, por exemplo. O cruzamento de aves “melhoradas” (chamadas regionalmente de “caipirões”) ou mesmo de linhagens de alto rendimento com aves localmente adaptadas tem levado à descaracterização dos planos quanto ao fenótipo, ao comportamento e, logicamente, às exigências nutricionais, pois são aves que foram trabalhadas para maior produção. Dessa forma, esse cruzamento contribui para o processo de extinção das galinhas comuns localmente adaptadas e autênticas.

Quando o sistema de produção e o tipo de alimentação não estão de acordo com o bem-estar das aves, alguns problemas podem ser observados, como canibalismo, aumento na ocorrência de doenças e redução na qualidade dos ovos. As linhagens de frangos de corte de crescimento mais lento, como é o caso das galinhas comuns encontradas na região Nordeste do Brasil, têm menor necessidade nutricional nos diferentes estágios de desenvolvimento, justificando-se, assim, parte da adaptação dessas aves.

A produção orgânica de aves consiste basicamente no aumento da longevidade das aves e no aumento na resistência às doenças, resultando em aves mais saudáveis, com claros indicadores de bem-estar animal pelos padrões etológicos observados e com maior riqueza genética adaptada ao local. O sistema de produção orgânico é relacionado ao acesso total ou parcial das aves ao ambiente externo, o que reduz seus sinais de estresse e favorece seu comportamento natural.

Atualmente, as aves localmente adaptadas encontram-se inseridas em vários sistemas de produção, desde o mais rudimentar até aquele com diversas tecnologias inseridas. Embora o sistema de produção das galinhas comuns localmente adaptadas tenha maior semelhança com o sistema de produção orgânico (quando comparado aos sistemas de produção de alta

tecnologia), nem sempre é considerado sistema de produção orgânico. Para que uma criação de aves seja considerada como “produção orgânica” de fato, ela deve atender a diversas normas, incluindo as do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, segundo a Instrução Normativa nº 46/2011 (Brasil, 2011), de acordo com a espécie animal e com o mercado de destino.

Termorregulação das aves em ambientes quentes

Aves são endotérmicas, ou seja, têm a capacidade de armazenar calor para manutenção da temperatura corporal. A termorregulação em galinhas é mais eficiente na retenção do que na perda de calor e pode apresentar variações maiores quando comparada com a dos mamíferos. Ao longo do dia, a temperatura corporal de aves adultas varia de 40,6 °C e 41,7 °C (North; Bell, 1990). Essa variação é inversamente proporcional ao tamanho das aves, ou seja, menor será em aves adultas quando comparadas com aves jovens. No período noturno, quando a temperatura do ambiente é mais baixa, observa-se maior variação corporal, com redução maior da temperatura corporal, quando comparada com a do período diurno.

Em aves mantidas em climas quentes e expostas a horas de luz constantes (que ocorrem em latitudes mais próximas à linha do equador, onde o período de luz do dia é semelhante ao período sem luz à noite durante todo ano) em baixas altitudes, a temperatura corporal tende a ser mais constante, pois as temperaturas diurna e noturna são mais semelhantes.

Existem galinhas comuns que, por terem sofrido uma seleção genética natural ao longo de anos, passaram a apresentar adaptações ao extremo calor (temperaturas diurnas e noturnas acima de 28 °C), regulando eficientemente a temperatura corporal com mínimas perdas na produção. Isso revela que a galinha comum localmente adaptada ao Nordeste brasileiro tem um padrão comportamental oriundo da adaptação, que a torna diferente das aves “padronizadas” pela seleção com fins específicos de ovos e/ou carne. Por esse raciocínio, entende-se que não é apenas a forma de criação, mas também são a variabilidade genética desses planteis, sua capacidade de buscar alimentos (no caso das criações semi-intensivas) e suas características físicas, fisiológicas e comportamentais o que tornam

essas aves merecedoras da denominação de “localmente adaptadas” segundo a FAO (2007). É assim que os agricultores e consumidores as têm chamado para reforçar sua diferenciação das demais aves de alto rendimento, das oriundas de seleção genética artificial (de incubatórios) ou das galinhas de raça.

Considerando os aspectos fisiológicos das galinhas (não somente das localmente adaptadas, mas de todas as aves), observa-se a existência de glândulas que regulam mecanismos corporais que evitam a desidratação e propiciam o resfriamento evaporativo respiratório, sendo essas adaptações fisiológicas necessárias para a sobrevivência das aves quando se encontram em ambientes de temperaturas elevadas. Além da temperatura ambiente, outros fatores afetam os sistemas de termoregulação e contribuem para o aumento da temperatura corporal, como: calor metabólico (calor produzido devido à taxa metabólica basal e à digestão de alimentos, por exemplo), má evaporação corporal, estoque de calor corporal (que é maior com o aumento da temperatura ambiente), radiação (ondas do sol, calor originado pela radiação solar diretamente sobre as aves), conversão (emissão de calor de uma superfície aquecida, coberta ou cama), além da convecção (transferência de calor que ocorre internamente no corpo através do sangue) e da condução (energia transferida de molécula para molécula).

A etologia e anatomoefisiologia da ave estão intimamente ligadas à capacidade de termorregulação. Aves com plumagem abundante têm vantagens de proteção térmica em climas mais frios. Já sua capacidade respiratória e amplitude da frequência de respiração são elementos que importam na capacidade de uma determinada ave responder às condições de altas temperaturas. Os elementos morfológicos e anatômicos de aves com abundante plumagem (inclusive, em alguns casos, cobrindo os pés) ou aves de combate (que apresentam menor plumagem e grande capacidade respiratória, como se observa na resistência que têm nos combates, mesmo em ambientes quentes) são importantes pois têm, como consequência, a maior capacidade de a ave apresentar adaptabilidade e desempenho em determinada condição ambiental. A existência dessas características decorre de mecanismos diversos, seleção natural ou antrópica e características individuais em um mesmo grupo de aves com diversidade genética expressa no fenótipo.

Existem alterações cardiorrespiratórias e metabólicas em resposta ao estresse térmico por calor que demonstram adaptações específicas das aves nessas condições, evitando, assim, a desidratação e a hipovolemia (redução do volume de sangue). À medida que ocorre aumento na temperatura ambiente, também há aumento no fluxo sanguíneo para os pés e pernas, superfícies que, por não serem isoladas por penas, favorecem a perda de calor por condução e convecção. Também pode ocorrer aumento na taxa respiratória para manter a homeotermia das aves. A alteração na quantidade de calor estocada no corpo das aves é mais um mecanismo termorregulatório importante, particularmente em ambientes quentes. Segundo Etches et al. (2008), o aumento na taxa de armazenamento de calor no interior do corpo pode reduzir a diferença de temperatura entre o ambiente e o corpo das aves; consequentemente, reduz-se o ganho de calor através do ambiente, sendo esse um mecanismo eficiente para reduzir o ganho de temperatura do ambiente em condições quentes. Ou seja, aves adaptadas a altas temperaturas podem apresentar maior temperatura corporal, reduzindo, assim, a diferença entre a temperatura corporal e a do ambiente. Como o calor torna-se letal quando atinge o cérebro, as aves adaptadas a ambientes quentes, com o armazenamento de calor no interior do corpo, conseguem evitar o aumento de temperatura na cabeça, mesmo quando o restante do corpo tem temperatura mais elevada.

É comum que aves desidratadas apresentem temperatura corporal mais elevada, pois seus mecanismos de resfriamento tornam-se menos eficientes. A capacidade de estocar água no interior do corpo representa um suporte na perda de calor evaporativo pela respiração, o que é muito importante em condições quentes. Assim, verifica-se que a água tem um papel fundamental, indispensável nos mecanismos de resfriamento envolvidos na termorregulação das aves.

Comportamento de aves em ambientes quentes

Em ambientes quentes, o comportamento das aves mais comumente observado é a busca por locais com temperatura mais amena; elas vão até esses locais e permanecem conforme a necessidade de alcançar relativo conforto térmico. Observa-se também a redução na atividade física, como o

menor consumo de alimentos, o acasalamento menos frequente e o maior tempo na posição sentado ou deitado – “espojado”, no linguajar regional do Nordeste – em horários de maior calor no dia. Para mais perda de calor, observam-se também o aumento da superfície corporal, como a ação de manter as asas e penas mais afastadas do corpo, e a ofegação com o bico aberto, aumentando, assim, a taxa evaporativa.

O hábito de subir em galhos ou locais afastados do chão evita o calor irradiado pelo solo em dias muito quentes. Quando não há sombras ou local para abrigo, a tendência é as aves se virarem contra o sol, evitando radiação solar direta pela frente e permanecendo com a parte frontal abrigada pela sombra do próprio corpo. Ocorre também o hábito de apreensão de água pelo bico com finalidade de espalhá-la para umedecer a cabeça e o corpo, principalmente a crista e as barbelas. O objetivo desse comportamento é o aumento do resfriamento evaporativo. Observa-se também o umedecimento das pernas na água sempre que o acesso à água permita.

O comportamento das aves quando têm acesso à água em quantidade insuficiente ou em temperatura elevada (como quando os recipientes estão expostos à radiação solar) é alterado. Quando as aves estão submetidas a estresse hídrico, podem apresentar alguns comportamentos como sonolência, estado de repouso e falta de apetite. Na presença de pessoas ou outros animais, o comportamento pode ser diferente, demonstrando sinais de estresse potencializados, como agitação súbita e ato de bicar umas às outras. É importante identificar esses sinais que indicam restrição de água, que pode ser letal. Mesmo a restrição de água por poucas horas pode comprometer o crescimento das aves e aumentar sua susceptibilidade às doenças.

Mesmo quando não há ocorrência de muito calor, as aves ainda demonstram preferência por permanecer no lado externo do aviário, em locais arborizados. Esse é um dos motivos por que se deve proporcionar uma área externa para as aves criadas no sistema orgânico ou agroecológico, permitindo, assim, que elas desempenhem seu o comportamento natural, o que reduz sua mortalidade.

Como o bem-estar animal, cuja busca deve ser constante e diária, propicia comportamentos que impactam positivamente na produção, ele torna-se item fundamental na produção orgânica e agroecológica, que tem

apelo comercial e que pode, consequentemente, encontrar mercados e ser vendida a valores diferenciados. Segundo Milliman et al. (2010), os produtos de origem animal produzidos ou importados pela Europa que tenham o título de “orgânico” devem necessariamente ser oriundos de criações que proporcionem cinco principais condições aos animais:

1. Não permitir fome, sede e má nutrição.
2. Não provocar dor, injúria ou doenças.
3. Não provocar desconfortos.
4. Permitir liberdade para expressar o comportamento natural.
5. Não provocar medo ou aflição.

Fornecimento de água

Fornecer água de qualidade (idealmente limpa e potável) é importante para a criação de aves. Se a água que estiver à disposição dos animais não for de qualidade, o consumo diminui e corre-se o risco do aparecimento de doenças. A limpeza e a desinfecção devem ser feitas na água de consumo, nos reservatórios de água, nas tubulações e, finalmente, nos bebedouros.

A água representa cerca de 60% do peso corporal de aves adultas (Macari, 1996). Quanto mais jovem é a ave, mais água ela tem no organismo e maior é a sua troca de água, ou seja, a sua taxa de perda e reposição, que está relacionada ao metabolismo. As trocas de água, que ocorrem mais na fase de crescimento e em aves de maior atividade física, são condições favoráveis para a perda de água pela pele e trato respiratório.

A ingestão de água é influenciada pela ingestão de alimento. É normal observar picos de consumo de água nos momentos de consumo de alimento. Quando a ave não tem acesso à água, também não consome alimento (Viola, 2003). Outro fator que influencia diretamente a ingestão de água é a temperatura ambiente. Aves submetidas aos ambientes quentes tendem a ingerir mais água. Aves adaptadas ao calor consomem mais água (em relação a aves não adaptadas), porém, diante de um estresse por calor, aumentam menos o consumo de água quando comparadas a aves não adaptadas.

Diferentes tipos de bebedouros podem ser utilizados na criação de galinhas, podendo ser comerciais (tipo calha, pendular ou chupeta, comercializados como *nipple*) ou artesanais (utilizando garrafas PET, canos de PVC e outros materiais). Os bebedouros disponíveis devem estar em quantidade suficiente para fornecer água à vontade para todas as aves do plantel e devem ser submetidos a uma limpeza diária adequada com a finalidade de fornecer sempre água limpa. O tamanho e a disposição dos bebedouros na área também são importantes para que possam conter estoque de água adequado e propiciar o acesso das aves.

Ao administrar medicamento via água, é fundamental que os bebedouros e a água estejam limpos e livres de qualquer desinfetante ou produto químico (incluindo o cloro). Caso a água contenha pequena quantidade de desinfetante, podem-se adicionar 2 g de leite em pó desnatado para cada litro de água para neutralizar a ação do desinfetante e melhorar a viabilidade do medicamento. É recomendável manter os animais em jejum hídrico (de 1 h a 2 h) antes de colocar o medicamento na água. O medicamento poderá ser preparado em tambores ou recipientes plásticos que possibilitem boa mistura com água, segundo as recomendações de cada medicamento pelo fabricante ou pelo médico-veterinário.

Geralmente, para bebedouros artesanais e pendulares dos tipos calha e sifão, recomenda-se que a solução seja levada por meio de canecas ou jarras até os bebedouros. Já para bebedouros do tipo chupeta, a solução preparada pode ser bombeada diretamente para dentro das linhas de distribuição de água. Deve-se evitar o uso de caixas de amianto, pois esse material pode interferir no princípio ativo do medicamento.

A quantidade de água a ser fornecida com o medicamento deverá seguir a orientação do médico-veterinário ou a indicação constante na bula do medicamento. Portanto, a diluição do medicamento ou da vacina deverá considerar a quantidade de água necessária para o tratamento ou a imunização de um determinado lote. A Tabela 1 exemplifica situações de vacina administrada com a água de consumo.

Algumas doenças podem ser disseminadas através da água. Dentre essas, destacam-se as bacterianas – colibacilose (causada por *Escherichia coli*), pulrose (causada por *Salmonella pullorum*), cólera-aviária (causada por *Pasteurella multocida*) e tifo-aviário (causado por *Salmonella gallinarum*) – e algumas

Tabela 1. Quantidade de água para administrar vacina ou medicamento para 100 aves (*Gallus gallus domesticus*) em função da idade.

| Idade (semanas) | Quantidade de água (L) |
|-----------------|------------------------|
| 1 a 2 | 1 a 1,5 |
| 2 a 4 | 1,6 a 2 |
| 4 a 8 | 2,1 a 3 |
| 8 ou mais | 3,1 a 4 |

Fonte: Adaptado de Macari (1996).

viroses – bronquite-infecciosa (causada por *Infectious bronchitis virus* – IBV), doença de new castle (causada por *Avian paramyxovirus 1* – APMV-1) e encefalomielite (causada por *Picornavirus*). Os microrganismos causadores dessas enfermidades podem contaminar a água principalmente por meio das fezes das aves. Por isso, é fundamental que os bebedouros e as fontes de água estejam livres de fezes de galinhas ou de aves silvestres.

Em alguns casos, apesar de a água ser de qualidade, o armazenamento pode não estar correto, o que pode comprometer a qualidade da água a ser fornecida. Por exemplo, reservatórios de água cobertos de forma inadequada são susceptíveis à sujeira (como folhas e insetos) e ao acesso de outros animais domésticos ou silvestres que podem transmitir doenças ao plantel. A qualidade da água pode ainda ser comprometida por acúmulo de herbicidas, inseticidas, metais pesados e sais.

Água: qualidade, características e tratamentos

As características da água de boa qualidade para consumo de animais são as mesmas da água para consumo de humanos: deve ser substância inodora, insípida e transparente com pH de 6 a 8, ser livre de coliformes fecais, ter até 2.500 mg L⁻¹ de sólidos totais, até 600 mg L⁻¹ de sódio e minerais (como cálcio, fósforo, magnésio, cloro, enxofre, ferro, potássio, zinco, chumbo, alumínio e cobre).

A quantidade de sólidos totais pode ser reduzida a fim de mantê-los dentro dos limites aceitáveis. O processo de decantação (sedimentação

no fundo) pode ser utilizado quando os sólidos encontrados na água são mais densos, como é o caso de areia ou argila. A suspensão de sólidos pode ocorrer quando os sedimentos são menos densos do que a água e se acumulam na superfície após um período de repouso; nesses casos, a separação pode ser feita em outro reservatório. Em outros casos, como quando não é possível realizar o processo de repouso da água, a filtração também pode ser utilizada para separar os sólidos da água.

Quando a água contém muitos sais (água salobra), pode ser feito o processo de dessalinização, já que o ideal é ofertar aos animais água com baixo nível de sódio. Esses níveis de sódio variam, conforme a literatura, de 32 mg L^{-1} a 1.000 mg L^{-1} (Viola et al., 2011). Considerando que a própria ração ou mesmo a dieta já deve conter esse mineral na quantidade suficiente e que a água de muitas fontes do Semiárido (cacimbas e barreiros, principalmente) apresenta níveis extremamente elevados de sódio, torna-se necessário diminuir a concentração de sódio ou mesmo substituir a fonte de água, se isso for possível.

Diversos métodos caseiros que podem ser utilizados para diminuir os níveis de sais nas águas salobras envolvem basicamente o uso do calor para purificação da água pela evaporação. Como exemplo, pode-se citar o uso de uma lona inclinada em cima de um reservatório de água; o calor do sol faz a água evaporar, e a superfície da lona faz a água se condensar, formando gotículas de água purificada que escorrem até outro reservatório. Assim, armazena-se a água sem sais (Figura 2).

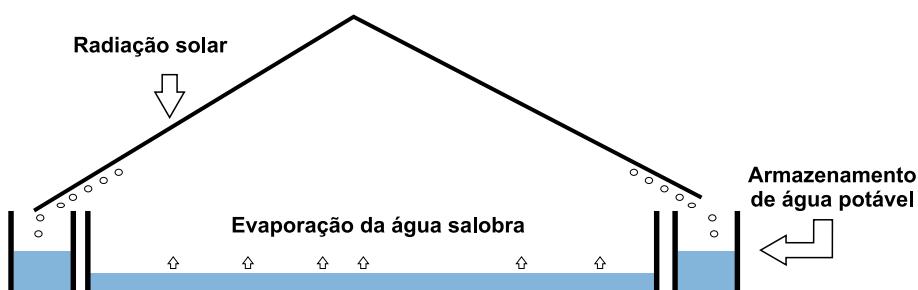


Figura 2. Exemplo de um dessalinizador de baixo custo.
Fonte: Adaptado de Minedu.pt [2016].

A prévia redução de sólidos totais e de sais na água é fundamental para o sucesso do tratamento de água contra bactérias, fungos e algas, ou seja, para a desinfecção, que pode ser realizada com a adição de cloro (princípio ativo da água sanitária). É importante verificar, no rótulo, se a água sanitária tem a concentração de cloro ativo entre 2% e 2,5%. Deve-se adicionar a água sanitária na proporção de 2 gotas por litro de água (ou seja, 1 mL para cada 10 L de água). A água assim tratada poderá ser fornecida aos animais após 1 h.

No caso de águas turvas ou que apresentem partículas em suspensão, é preciso primeiro decantá-las ou filtrá-las e, depois, desinfectá-las. Para isso, pode-se aumentar a quantidade de água sanitária para até o dobro da quantidade recomendada acima, mas deixando-se o recipiente aberto (tipo caixa d'água) para que o cloro possa evaporar. A água assim tratada somente poderá ser utilizada para o consumo animal após, no mínimo, 12 h.

Produtos à base de cresóis e fenóis, como creolina, benzocreol e outros produtos similares, não são recomendados para desinfecção de água a ser consumida pelos animais, já que podem ocasionar sérios danos – principalmente aos rins e às células do sangue (hemólise), podendo até tornar a carne das aves imprópria para o consumo humano.

Calor e consumo de água

O consumo de água das aves pode ser calculado considerando diversos fatores, de acordo com as fases de criação, o peso das aves ou mesmo o consumo de ração. Conforme alguns estudos, como Bell e Weaver (2002), Viola (2003) e Viola et al. (2011), em média, para cada 100 galinhas criadas em climas quentes e nos diferentes estágios de criação, o consumo de água pode ser estimado em torno de 15 L dia⁻¹ considerando perdas fisiológicas decorrentes de temperaturas mais elevadas.

Para estimar o estoque de água necessário a uma criação de galinhas, deve-se incluir também o volume de água gasto para limpezas diárias de equipamentos, desinfecções semanais de comedouros e bebedouros, limpeza durante o vazio sanitário, desperdícios (como vazamentos), água residual a ser eliminada nos bebedouros devido ao acúmulo de sujeiras e outros fatores.

Com base nesse raciocínio, é prudente multiplicar o valor para consumo por 3. Então, para cada 100 galinhas em diferentes estágios de

criação, é necessário um estoque diário de 45 L de água. Isso implica um estoque mensal de 1.350 L de água ou um estoque anual de 16.200 L.

Os reservatórios também precisam estar cobertos para proteger a água do sol e o encanamento abaixo da superfície do solo, pois, como já mencionado acima, a temperatura elevada da água disponível para as aves beberem também reduz seu consumo.

Sistemas de criação

As galinhas de corte ou postura podem ser criadas em diferentes sistemas: intensivo, livre (ou extensivo) e semiextensivo (livre em parte do dia ou em parte da fase de criação). Os sistemas extensivo e semiextensivo são os mais utilizados para criação das galinhas comuns localmente adaptadas na região do Nordeste brasileiro.

No sistema intensivo, as aves são mantidas em confinamento total em aviários fechados. Nesse caso, o custo é maior devido à maior necessidade de construção, de equipamentos e de mão de obra de forma mais intensificada. Como, no sistema intensivo, as aves ficam fechadas nas instalações durante todo o tempo, são necessários isolamento térmico e/ou sistemas de ventilação (portanto, uso de mais tecnologias), o que, muitas vezes, é financeiramente inviável para agricultores familiares em ambientes quentes. Os produtores que utilizam esse sistema normalmente optam por galinhas de linhagens melhoradas de alto ou médio rendimento, o que torna a produção mais rentável e justifica o uso de instalações mais elaboradas.

Na agricultura familiar, quando a opção é pelo sistema semi-intensivo, existem vários materiais que podem ser utilizados na construção de cercas e instalações avícolas. Seu uso depende do custo e da disponibilidade no local. Pode-se utilizar o material mais barato desde que atenda às exigências mínimas para uma boa criação das aves, como impedir o acesso a predadores e a fuga de aves e permitir a higienização, o acesso a alimentos e água e a proteção contra sol, chuva e vento.

A escolha do local também influencia o sucesso da criação de galinhas. São recomendáveis locais bem ventilados e sombreados. As instalações (aviários) que proporcionam boa ventilação podem reduzir a transmissão de algumas doenças (como a *influenza* ou gripe-aviária) e os problemas

advindos do estresse por calor. Instalações muito fechadas, além de reter muito calor, podem acumular gases fecais como amônia, sendo prejudicial para o desenvolvimento das aves.

O piso do aviário pode ser de concreto, alvenaria, chão batido ou outro material compacto. O uso de cama (areia, palha, serragem, sabugo de milho triturado, outros materiais vegetais triturados e secos) na instalação do aviário tem função na absorção da umidade das fezes, resultando em um material rico como biofertilizante. Muita circulação de aves em locais com acúmulo de fezes e sem a presença de cama adequada pode gerar problemas nos pés, como ferimentos, e transmitir doenças ou verminoses.

O material utilizado para cama deve ter algumas características: tamanho médio (material picado ou triturado); textura seca; capacidades de absorver a umidade sem empastar e liberar facilmente a umidade retida para o ar; baixa condutividade térmica; capacidade de amortecimento, mesmo sob alta densidade; baixo custo e disponibilidade. Periodicamente, a cama deve ser removida e substituída, podendo ser usada na produção de compostagem, húmus e adubo em hortas ou pomares. Nos locais onde a cama encontra-se úmida e compacta, é recomendável a remoção do material.

Quando ocorrem problemas sanitários nas aves, não é recomendável a reutilização da cama nos aviários. Também não é recomendada a reutilização da cama na fase de cria, pois os animais estão mais suscetíveis a doenças.

Em criações semiextensivas, o plantio de árvores na área externa ou nos piquetes utilizados para pastejo e exercícios das galinhas pode favorecer o sombreamento. Plantas tóxicas devem ser retiradas do piquete, que pode ser cercado com telas, arames e madeiras, bambu ou outros materiais que possibilitem uma boa ventilação. O aviário pode estar localizado dentro ou fora do piquete. Deve ter boa ventilação, com telas ou varas cercando a área vazada para impedir a saída dos animais e a ação de predadores. O rodapé pode ser construído com madeira, tijolos (alvenaria) ou taipas. A cobertura do aviário pode ser de telha cerâmica, palha, folhas de palmeiras ou outros materiais que impeçam a ação de raios solares, ventos e chuvas. Podem-se usar beirais mais longos (de 60 cm) ou cortinas para auxiliar na proteção. Recomenda-se o uso de bebedouros e comedouros de forma que todos os animais tenham acesso à alimentação e à água. A altura deve corresponder ao dorso dos animais e deve ser regulada conforme o crescimento.

O aviário pode ter locais separados internamente para aves em reprodução, cria, recria, terminação e/ou postura. Para abrigar animais doentes ou aves no período de quarentena antes de serem introduzidas ao plantel, recomenda-se construir locais específicos e separados do aviário principal. Nesse local, é possível observar problemas infecciosos ou verminoses sem contaminar o plantel.

A seguir, são apresentados esquemas de aviário e parte externa para abrigar 20 animais em fase de postura (Figura 3) ou 50 para corte (Figura 4). Cada um desses aviários pode ser construído em apenas uma instalação ou de forma fracionada (por exemplo, separando-se os pinteiros em outra construção) ou em uma instalação ou mais por fase de criação.

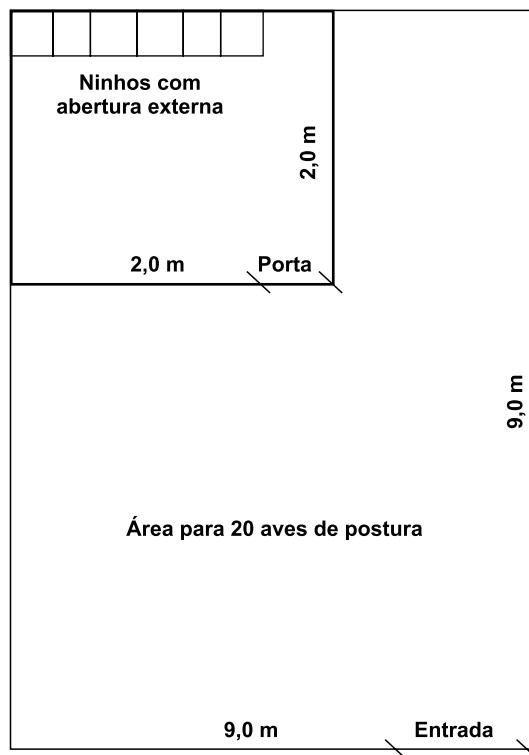


Figura 3. Esquema de aviário com áreas para criação de galinhas (*Gallus gallus domesticus*) para postura.

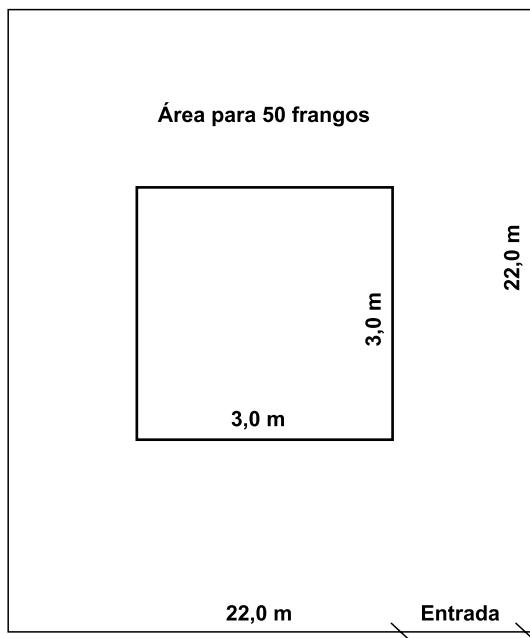


Figura 4. Esquema de aviário com áreas para criação de galinhas (*Gallus gallus domesticus*) para corte.

Os ninhos são caixas onde as galinhas poedeiras botam ou chocam os ovos. Para sua confecção, pode ser utilizado material de menor custo, desde que as caixas sejam dispostas em local seco, sombreado e preferencialmente no interior do aviário para maior proteção. É recomendável o uso de cama com material inerte e seco (como serragem, palha ou folhas secas) e a troca a cada 30 dias. A caixa pode servir para uma a duas aves e permitir a coleta dos ovos sem a necessidade de o produtor entrar no aviário. A quantidade de ninhos deve atender às aves em postura; se o número de ninhos for insuficiente, poderá acontecer incidência de ovos no piso.

No caso de aviários para criação de aves de postura, pode-se utilizar o recurso de ninhos em andares, sobrepondo-os, deixando sempre local para as aves entrarem e saírem dos ninhos. É possível confeccionar esses ninhos com materiais locais. A disposição dos ninhos é melhor em locais mais escuros, pois as aves preferem botar os ovos em ambiente com menor luminosidade.

Criação e manejo

O objetivo da criação (para consumo familiar ou venda, para produção de ovos, carne ou pintos) fica a critério do produtor, de acordo com as condições e investimentos que podem ser feitos. No caso das aves melhoradas, o foco é o mercado. Já no caso de aves localmente adaptadas, a ênfase costuma ser no consumo pelo próprio produtor e sua família; quando ocorre comercialização, ela é, muitas vezes, em pequena quantidade.

Embora não seja comum na agricultura familiar do Nordeste, encontram-se produtores que optam pela criação de linhagens comerciais em sistemas confinados tanto para corte como para postura. Por envolverem aves de alta produtividade, essas criações primam pelo cuidado com a qualidade e a constância de fornecimento de água, pois é um fator decisivo para seu êxito. Aves de corte em sistemas intensivos são criadas em galpões em alta densidade, onde o uso de equipamentos automáticos para fornecimento de água e ração se faz necessário. Nesses locais, a presença (mesmo que limitada) de pessoas costuma estressar as aves.

Quando o produtor (normalmente agricultor familiar de pequena propriedade) opta pela produção mista, ou seja, para ovos e carne, normalmente o sistema de produção é livre ou semiextensivo. Nesse caso, costuma-se optar pelas galinhas localmente adaptadas (caracterizadas por crescimento lento), que podem ser divididas de acordo com sua fase de criação: cria (de 1 a 30 dias), recria (de 31 a 60 dias) e engorda (de 61 a 120 dias ou até o peso de abate). As galinhas em reprodução iniciam a postura em torno de 22 semanas e têm vida útil média de 2 anos, quando são substituídas. Os galos reprodutores são substituídos 6 meses após o início do período reprodutivo com o objetivo de evitar a consanguinidade. Deve-se lembrar sempre que as galinhas localmente adaptadas têm altos índices de variabilidade. Então, as fases de criação podem diferir de ave para ave, o que exige do produtor bom senso na avaliação das características individuais antes de transferir os animais de fase de criação.

Com a criação de aves divididas de acordo com as fases, o manejo fica mais fácil e ordenado para fornecimento de dietas apropriadas, vacinação, medicamentos, controle de predadores (no caso de aves mais jovens, que são mais suscetíveis), recolhimento dos ovos e identificação de idade

e peso para abate. Entretanto, o que mais se observa na região semiárida é a criação das aves juntas no mesmo local. Nesse caso, sempre que possível, é importante dispor de pelo menos algumas divisórias que permitam um mínimo de manejo dos animais no caso de doenças, brigas, aplicação de vacinas e captura para abate. Nessas criações, é crucial que os comedouros e bebedouros sejam disponibilizados em local coberto e que as galinhas com ninhada disponham de um local protegido de intempéries e predadores.

Nas fases de recria e terminação, pode-se proporcionar aos animais o acesso à área livre durante todo o dia, sendo à noite recomendado restringir as aves aos aviários com telas, por exemplo, para protegê-las contra predadores ou chuvas. Não é recomendável restringir alimentação, porque pode trazer problemas sanitários e debilitar as aves, tornando-as mais suscetíveis a doenças e parasitas.

Os pintinhos necessitam de aquecimento térmico nos primeiros dias de vida. Quando criados com a galinha choca, o aquecimento provém da própria galinha. Quando criados sem a galinha após o nascimento, é necessário o aquecimento artificial por lâmpadas incandescentes, campânulas ou outra fonte de calor. Usualmente, é feito um círculo de proteção com uma tábua flexível ou papelão (de 40 cm de largura por 60 cm de altura) para melhorar a proteção dos animais e o aquecimento (chegando a cerca de 32 °C) e para evitar a ação de ventos. O uso de uma instalação é fundamental para melhorar a eficiência de produção nessa fase, auxiliando no combate à mortalidade e à ocorrência de doenças.

É interessante haver uma instalação fechada, limpa e que contenha algum tipo de cama (serragem, palha, folhas ou areia). A desinfecção deve ser feita após a retirada de todo material orgânico e pode ser feita com uso de cloro ou outro agente desinfetante. Antes do alojamento das aves, também é comum usar cal misturado em água e pincelado nas paredes, telas e chão das instalações. A troca da cama é feita a cada 30 dias ou quando for necessário (deve-se observar a formação de placas de fezes) no caso de criações contínuas. Os comedouros ou bebedouros devem ser limpos e higienizados diariamente, prevenindo, assim, a incidência de doenças ou a ocorrência de mortalidade. Os pintinhos necessitam ter acesso constante à ração e água.

Na fase de reprodução, recomenda-se 1 macho para aproximadamente 10 fêmeas (podendo atingir 15 fêmeas ou até mais, dependendo do

desempenho do galo). Se houver mais de um reprodutor no lote, podem ocorrer brigas. Nesse caso, um dos galos deve ser trocado ou descartado ou devem-se criar os lotes de reprodução em locais separados.

As aves para fins reprodutivos e de postura devem ser selecionadas pelo produtor. Devem ser eliminadas aves muito gordas, com defeitos em dedos, bicos ou asas, palidez na pele (da cabeça), subdesenvolvimento e doenças, entre outros fatores que descaracterizam uma ave saudável para postura.

As galinhas chocas que não vão chocar ovos podem ser colocadas junto ao galo e sem acesso ao local onde apresentaram o comportamento de choco (por exemplo, a retirada do ninho). Esse procedimento acelerará o início do novo ciclo produtivo, pois, durante a fase de choco, as galinhas cessam a produção de ovos. Tradicionalmente, muitas formas são encontradas para que as galinhas “abandonem” o choco, sendo elas praticadas pelos agricultores e encontradas na literatura sobre o tema (Albino; Bassi, 2005; Barbosa et al., 2007) . Considerando a criação de galinhas localmente adaptadas, observa-se que o retorno à postura acontece mais rapidamente quando o procedimento acima é realizado.

A viabilidade dos ovos para fins de reprodução e para comercialização é maior quando a coleta é feita várias vezes ao dia. A limpeza e a substituição da cama dos ninhos também são importantes. Quando aumentar a incidência de ovos sujos com fezes, recomenda-se verificar se há ocorrência de diarreias no plantel e procurar controlá-las seja com medicação, alteração no sistema nutricional ou com outras formas, de acordo com a recomendação do médico-veterinário.

Para a produção de ovos para comercialização, não é necessária a utilização de galo, que consome ração e gera custos desnecessários nesse caso. É importante lembrar que ovos fecundados (galados) costumam ter menor vida útil de prateleira.

Ao armazenar os ovos, deve-se limpá-los a seco com pano ou esponja e refrigerá-los preferencialmente com a ponta virada para baixo. Quando não for possível refrigerar os ovos, recomenda-se armazená-los em local mais fresco e não guardá-los junto aos produtos que soltam cheiros, nem a frutas ou vegetais que possam transferir-lhes algum odor. No caso de ovos para venda, deve-se comercializá-los de uma a duas vezes por semana

(o que pode ser mais vantajoso aos consumidores, uma vez que os ovos serão vendidos mais frescos) e seguir as instruções do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Para fins reprodutivos, quando a intenção for utilizar galinha chocadeira, devem-se coletar de 10 a 12 ovos. As galinhas selecionadas para chocar devem apresentar sinais de choco, como alteração de voz, terem comportamento de permanecer sentadas no ninho, terem penas eriçadas ao serem retiradas do ninho e boas habilidades maternas. Os ovos podem ser coletados várias vezes ao dia e armazenados a 10 °C no máximo por 30 dias. Durante esse período, deve-se virar e selecionar diariamente os ovos, retirando os sujos, com defeitos, rachados e muito pequenos ou muito grandes (gema dupla). Para que o período de armazenamento não ultrapasse os 30 dias, recomenda-se que os ovos selecionados para reprodução sejam identificados com data. Quanto ao armazenamento, recomenda-se que os ovos permaneçam à temperatura ambiente por cerca de 6 h antes de serem estocados a 10 °C para que a elevação da temperatura seja gradual. Apenas posteriormente deve-se colocá-los para chocar.

Os ovos também podem ser incubados artificialmente utilizando-se chocadeira a 38,7 °C. Devem ser virados a cada 2 h, e a umidade dentro da chocadeira deve ser mantida em 65%. Algumas chocadeiras elétricas realizam essas funções automaticamente. Isso evita a aderência dos pintinhos nas cascas. A eclosão ocorre em 21 dias.

Sanidade

A ocorrência de doenças pode prejudicar não somente o desempenho do plantel, como também a qualidade do produto e ter efeito negativo na comercialização. Quando os procedimentos sanitários são realizados de forma correta, a maioria das enfermidades na avicultura pode ser prevenida ou controlada, inclusive a um custo menor do que o de remediar as doenças.

Existem métodos preventivos muito importantes que apresentam grande sucesso na avicultura, mas que exigem do agricultor atitudes diárias para garantir animais bem nutridos em ambiente confortável e cuidados que minimizem a entrada de doenças, seja pelo contato com animais domésticos ou silvestres, seja com fezes ou dejetos que podem contaminar o

ambiente (inclusive os trazidos por calçados). Dentre os cuidados, podem-se citar: limpeza diária dos bebedouros; higienização periódica das instalações e equipamentos; processamento e armazenamento adequado (em local seco, coberto e embalado) das rações ou ingredientes utilizados na alimentação das aves (especialmente no controle de roedores e formigas); controle ativo de pragas nas instalações e proximidades; e descarte apropriado de aves mortas, cama e resíduos (a cama deve ser preferencialmente usada em compostagem).

A limpeza das instalações, como o aviário e os ninhos, pode ser feita com uso de cal com água, cloro, amônia quaternária (presente em muitos desinfetantes comuns), fenóis e cresóis. Os aviários devem ser esvaziados (as aves devem ser retiradas e amontoadas e a cama deve ser retirada) antes da limpeza. A limpeza diária dos equipamentos como comedouros e bebedouros pode ser feita com uso de cloro ou detergentes, desde que bem enxaguados com água para evitar resíduos. As caixas de água também podem ser limpas com cloro duas vezes ao ano.

Para as aves que forem inseridas no plantel, recomenda-se que passem por período preliminar de quarentena, que consiste em mantê-las separadas por cerca de 45 dias. Nesse período, é possível verificar e tratar (se houver) doenças, parasitas ou deficiências alimentares. Recomenda-se que as aves que apresentarem defeitos funcionais sejam descartadas. Já para as aves doentes no plantel, recomenda-se que sejam separadas e tratadas ou eliminadas para evitar contaminação do restante do plantel.

As vacinas e os medicamentos utilizados em tratamento de doenças podem ser fornecidos de forma individual ou coletiva (via oral na água de bebida ou na ração, via ocular ou via injeção subcutânea ou intramucular); em qualquer caso, é necessária a consulta a um médico-veterinário. A água de bebida pode servir de veículo para vacinação (doença de new castle, bronquite-infecciosa, doença de gumboro, encefalomielite) e para medicamentos como antibióticos e vermífugos. Em pequenas criações, é preferível que as vacinas sejam aplicadas via ocular (gota no olho) e/ou punctura na membrana da asa, como no caso da boubá-aviária, tendo-se o cuidado de proteger o frasco de calor e luz solar.

Recomenda-se verificar a ocorrência de doenças na região e as formas de imunização que podem ser encontradas no comércio local. Existem

sugestões de tabelas de vacinações para as diversas regiões brasileiras, inclusive para o Nordeste (Barbosa et al., 2008a). Vários estudos, como Albuquerque et al. (1998) e Hy Line International (2015), contêm calendários de vacinação detalhados e adotados principalmente em aviculturas intensivas.

Para identificar a presença de parasitas externos (ectoparasitas), recomenda-se examinar uma amostra do plantel pelo menos uma vez por semana e fazer o controle apenas quando a infestação for detectada. Um indicativo da presença de parasitas é o comportamento inquieto das aves, observado quando, por exemplo, elas se coçam ou se limpam constantemente com o bico.

Existem várias formas de controle de parasitas externos: produtos comerciais, inseticidas inorgânicos (como enxofre e cal) e métodos caseiros, que são bastante difundidos no mundo (Salifou et al., 2013) e no Semiárido. Para a manipulação de qualquer inseticida (seja caseiro ou industrial), é importante ressaltar o uso de luvas ou, na falta dessas, pelo menos o uso de sacos plásticos resistentes nas mãos, além dos demais equipamentos de uso pessoal (como máscaras) para que o produto não entre em contato direto com a pele e as mucosas da pessoa durante a aplicação ou tratamento.

Um exemplo de receita caseira para controle de piolhos (*Dermanyssus gallinae*) que tem a nicotina como princípio ativo (Sagrilo et al., 2002) tem os seguintes ingredientes: 100 g de fumo de rolo (*Nicotiana tabacum*) picado em pequenos pedaços, fatias ou desfiado e 100 g de sabão em barra cortado em fatias finas (não usar sabão em pó ou detergente) para cada 10 L de solução. O preparo pode ser feito de uma de duas maneiras: a) podem-se misturar o sabão e o fumo em 2 L de água e deixar a mistura de um dia para outro de preferência recebendo calor do sol. No dia seguinte, devem-se misturar a esses 2 L mais 8 L de água; ou b) podem-se ferver 2 L de água e acrescentar o fumo e o sabão, mexendo até dissolver completamente o sabão, o que acontece em cerca de 10 min. Essa mistura de 2 L será misturada com outros 8 L de água, totalizando 10 L de água. Devem-se banhar as aves individualmente nessa solução de forma rápida – por 10 s aproximadamente – tendo o cuidado de fazer com que a solução penetre na região abaixo das asas, local de maior infestação desses parasitas. Recomenda-se banhar todas as aves, exceto as galinhas em fase de choco, os pintinhos ou as aves a serem abatidas.

Para o controle de parasitas nos ninhos, pode-se utilizar o material que ficará no fundo da vasilha após os banhos, colocando-o ao redor dos ninhos das galinhas chocas. Faz-se isso porque o banho das chocas prejudicaria a eclosão dos ovos pelo resfriamento e porque os pintinhos muito jovens não têm ainda capacidade de suportar esses banhos pelo frio da água, podendo até adoecer.

O banho com essa mistura de sabão e fumo pode ter efeito confortador em aves mais velhas, auxiliando na redução da temperatura corporal nas situações de altas temperaturas, como são as do Semiárido (Figura 5).



Foto: Maria Eugênia Ribeiro

Figura 5. Controle caseiro de ectoparasitas em galinhas domésticas (*Gallus gallus domesticus*).

Para o controle de parasitas internos – endoparasitas –, embora existam plantas que são tradicionalmente utilizadas com esse intuito, o uso de vermífugos comerciais poderá ser de grande valia, principalmente no caso de infestações mais severas do plantel. Porém, antes da compra e utilização de medicamentos, deve-se consultar um médico-veterinário. Isso porque existem doenças com sintomas parecidos com os das verminoses que apenas um médico-veterinário poderá diagnosticar adequadamente. Evita-se, assim, o risco de tratamento equivocado.

Nas cidades do interior do Nordeste, geralmente existem poucas lojas de produtos agropecuários que comercializam medicamentos. Os mais comumente encontrados são aqueles à base de cloridrato de levamisol, albendazole e ivermectinas. O médico-veterinário terá condições de prescrever o produto mais indicado com base no mercado local ou próximo, que possibilite a aquisição pelo criador das aves.

Alimentação

Os animais têm necessidades nutricionais específicas em cada fase de criação. Por isso, recomenda-se fornecer ração específica para cada fase. As dietas mais comuns fornecidas para aves e encontradas comercialmente são aquelas de origem vegetal, à base de milho (*Zea mays*) e soja (*Glycine max*) com suplementos minerais e vitamínicos. O fornecimento exclusivo de milho ou restos de alimentação humana não é suficiente para um bom desempenho dos animais porque esses alimentos não possuem os nutrientes necessários para um desenvolvimento adequado das aves tanto na quantidade como no balanço dos nutrientes.

O milho, além de ser um alimento energético (ou seja, que contribui principalmente com energia por conta do amido em sua composição), também possui carotenoides, que favorecem a coloração alaranjada da pele das aves e da gema dos ovos. Além do milho, os feno e as forragens possuem carotenoides. Por esse motivo, recomenda-se favorecer às aves acesso ao pastejo ou fornecer feno e forragens no comedouro. Algumas frutas, como goiaba vermelha (*Psidium guajava*), contribuem nesse aspecto e na suplementação de vitaminas e minerais. Outros ingredientes energéticos são mandioca (*Manihot esculenta*), trigo (*Triticum spp.*), amendoim (*Triticum spp.*), arroz (*Oryza sativa*), óleos e gorduras.

Como a alimentação representa cerca de 70% do custo de produção de aves (Barbosa et al., 2008b), o emprego de ingredientes alternativos, ou seja, ingredientes não convencionais de menor custo, é essencial para a redução dos gastos (que pode chegar a 20%) com a formulação da ração. Ingredientes alternativos podem ser encontrados nas propriedades ou nas suas proximidades. São exemplos feijão (*Vigna unguiculata*) cru em grão, folhas e raízes de mandioca, mesocarpo ou semente de babaçu (*Attalea*

speciosa), forragens, abóbora (*Cucurbita pepo*), frutas, restos de colheita e de culturas e insetos. Entre os alimentos proteicos, destacam-se farelo de soja, leguminosas como alfafa (*Medicago sativa*), folhas de pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*) e de mandioca, guandu (*Cajanus cajan*), sabiá (*Mimosa caesalpiniæfolia*), e alimentos alternativos de origem animal como farinha de carne, de peixe e de sangue.

Quanto maior for a variedade de alimentos fornecidos às aves, menor será a necessidade de suplementação com vitaminas e minerais, pois maior será a chance de esses nutrientes já estarem presentes na dieta. É relevante destacar também que a disponibilidade e a qualidade de alimentos alternativos de origem orgânica na alimentação de aves são algumas das condições para a produção no sistema orgânico.

Na fase de postura, há maior necessidade nutricional por cálcio devido à formação da casca do ovo. O calcário, a farinha de ostras, a farinha de osso calcinada e o fosfato bicálcico são os mais utilizados em dietas para suplementação de cálcio e/ou fósforo. Quando as galinhas poedeiras apresentam muita incidência de ovos rachados ou de casca fina, uma alternativa para suplementar o fornecimento de cálcio é fornecer cascas de ovos (desde que secas e trituradas) em comedouro adicional ao da ração.

As rações podem ser adquiridas no comércio ou elaboradas na propriedade. É sempre recomendável que um técnico ou profissional da área faça a formulação da ração para que atenda às exigências nutricionais de cada fase de produção das galinhas; para isso, ele pode inclusive solicitar análises laboratoriais. Essas formulações podem ser elaboradas de acordo com os ingredientes disponíveis na propriedade e/ou no comércio local acessível aos produtores.

Quando a opção é por elaborar a ração na propriedade, podem-se comprar *premixes* (nome utilizado para misturas comerciais com minerais, vitaminas e outros ingredientes, conforme fabricante e uso) ou núcleos, que são misturas de minerais e vitaminas mais cálcio, fósforo e/ou sal, ou ainda suplementos proteicos/minerais/vitamínicos, que devem apenas ser misturados ao milho (ou outra fonte de energia recomendada pelo fabricante) para completar a ração.

As embalagens dos fabricantes apresentam fórmulas de misturas dos suplementos com quantidades de milho e soja para cada fase de

criação. O fornecedor desses suplementos também pode ser contatado pelo produtor rural para disponibilizar fórmulas de ração que incluam alimentos alternativos.

Alguns alimentos alternativos podem ter limitações nutricionais importantes, como baixo teor de fibra (o que pode ocasionar diarréias, resultando em baixo aproveitamento dos nutrientes contidos nos alimentos), ou conter fatores antinutricionais, como é o caso de algumas leguminosas. Por isso, os alimentos alternativos devem estar em menor quantidade nas dietas e substituir apenas parcialmente a quantidade de milho ou soja na ração.

Para uma boa mistura das rações feitas nas propriedades, recomenda-se seguir alguns passos importantes, principalmente para os avicultores que não dispõem de misturadores nas propriedades. São eles:

- Processar adequadamente os ingredientes (secagem, Trituração e, se necessário, nova secagem e armazenamento adequado até o momento da elaboração da ração).
- Pesar todos os ingredientes em uma balança precisa de acordo com a fórmula de ração informada pelo técnico.
- Fazer a mistura em local cimentado ou com piso que possa ser higienizado e longe da ação de ventos ou chuva.
- Misturar previamente (em um recipiente como um balde) os ingredientes de menor quantidade (como calcário, fósforo, sal e *premixes vitamínicos e minerais*) com um percentual do ingrediente de maior volume (como milho ou soja). É importante lembrar que o sal deve ser o último a ser adicionado à mistura e, de preferência, não deve estar em contato direto com o *premix vitamínico*. Deve-se cuidar para não encher mais da metade do recipiente para que a mistura fique bem homogênea.
- Colocar primeiramente os ingredientes de maior quantidade no local da mistura e empilhar os de menor quantidade em cima. Com uma pá higienizada, devem-se misturar os ingredientes de forma a trazer para cima os ingredientes que estão mais embaixo da pilha, repetindo esse movimento até que a mistura esteja bem homogênea.

- Colocar a mistura da ração em sacos ou tambores de plástico limpos.
- Guardar a ração em local fresco protegido de vento, sol e chuva.
- Fazer controle periódico de roedores e insetos nos locais onde a ração esteja armazenada.

É importante que a ração armazenada em tambores plásticos ou sacos seja seca, com mais de 80% de matéria seca, para que não ocorram problemas com fungos ou decomposição.

Quando ocorrer a suplementação com frutas ou folhas, essas podem ser fornecidas separadamente da ração. No caso de rações à base de milho, farelo de soja, fontes de cálcio e fósforo e sal de cozinha e que não possuam o núcleo vitamínico mineral, deve-se acrescentar o milho moído preferencialmente no dia da mistura. Essa ração deve ser consumida no máximo em 1 semana, já que, após a Trituração, começa a perda de nutrientes, principalmente de vitaminas.

Considerações finais

A produção de galinhas localmente adaptadas ao Semiárido brasileiro (seja para o consumo familiar, seja para a comercialização de carne ou ovos) pode dar bons retornos, mesmo ao produtor rural que dispõe de mínimas condições. Tanto isso é verdade que a grande maioria dos agricultores possuem ao menos algumas aves em suas propriedades. Com a adoção de algum incremento tecnológico, ainda que com as medidas mais simples, nota-se uma melhoria nos índices produtivos das galinhas. No caso do consumo familiar, além das galinhas localmente adaptadas, pode-se também fazer uso das aves de linhagens de alta produção.

A água tem papel fundamental para o sucesso da atividade, uma vez que todos os processos metabólicos das aves dependem diretamente da constante disponibilidade hídrica e da qualidade adequada da água para o consumo da espécie animal, que deve ser semelhante à qualidade da água para o consumo humano. Observa-se que as aves comuns (aves localmente adaptadas) que são encontradas sobrevivendo em situações de adaptação ao calor intenso e, por vezes, sob restrição hídrica não se desenvolvem adequadamente em situações de oferta de água limitada

em qualidade ou quantidade. No caso da avicultura industrial, a questão hídrica é de suma importância, devendo ser, senão o primeiro elemento de planejamento de uma granja, um dos fatores a serem considerados como determinantes da viabilidade ou não do empreendimento, especialmente na região semiárida.

A implementação de alguns procedimentos sanitários básicos pode ajudar nas condições do plantel de aves, incrementando a produção de forma significativa. O uso de vacinas, a limpeza dos locais de instalação e a adição de cama nos aviários e ninhos podem ser exemplos simples e eficazes para o combate a enfermidades comuns no meio rural.

Já a implementação de dietas balanceadas para galinhas comuns é um diferencial importante para melhorar o potencial zootécnico dessas aves. Sabe-se, porém, que a alimentação é o item de maior custo (na maioria das vezes, significa mais da metade dos gastos na produção de aves). Por isso, requer planejamento e atenção para que efetivamente resulte em maior retorno ao produtor familiar.

Referências

- ALBINO, J.; BASSI, L. **Identificação e controle do chôco em galinhas de postura.** Concórdia: Embrapa Suinos e Ovinos, 2005. 2 p.
- ALBUQUERQUE, N. I.; FREITAS, C. N. K. H.; SAWAKI, H.; QUANZ, D. **Manual sobre criação de galinha caipira na agricultura familiar:** noções básicas. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1998. 28 p.
- BARBOSA, F. J. V.; DINIZ, F. M.; CLEMENTINO, C. S.; MARTINS, D. M. **Sistema alternativo de criação de aves caipiras (SACAC):** Núcleo de multiplicação de galinhas. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2008a. 25 p. (Embrapa Meio Norte. Documentos, 174).
- BARBOSA, F. J. V.; NASCIMENTO, M. do P. S. B. do; DINIZ, F. M.; NASCIMENTO, H. T. S. do; ARAÚJO NETO, R. B. de. **Sistema alternativo de criação de galinhas caipiras.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2007. 68 p. (Embrapa Meio-Norte. Sistemas de produção, 4).
- BARBOSA, F. J. V.; NASCIMENTO, M. P. S. B.; DINIZ, F. M.; NASCIMENTO, H. T. S.; OLIVEIRA, J. O. L.; ARAÚJO, R. B. Sistema alternativo de criação de galinhas

caipiras. In: OLIVEIRA, F. das C.; SOUSA, V. F. de; OLIVEIRA JÚNIOR, J. O. L. de (Ed.). **Estratégias de desenvolvimento rural e alternativas tecnológicas para a agricultura familiar na Região Meio-Norte**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008b. p. 244-280.

BELL, D. D.; WEAVER, W. D. **Chicken meat and egg production**. 5th ed. [New York]: Kliewer Academic Publishers. 2002. 1365 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011. Produção vegetal e animal - Regulada pela IN 17-2014. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 out. 2011.

CARVALHO, D. A.; BONAFÉ, C. M.; ALMEIDA, M. J. O.; RODRIGUEZ, M. P. R.; PIRES, A. V.; LITTIERE, T. O.; SILVA, R. B.; RODRIGUES, P. Marcadores microssatélites para a raça brasileira de galinha caipira Canela Preta. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RAÇAS NATIVAS, SUSTENTABILIDADE E PROPRIEDADE INTELECTUAL**, 1., 2015. Teresina. **Anais...** Teresina, 2015. 3 p.

CLEMENTINO, C. de S.; MARTINS, D. M.; BRITTO, F. B.; BARBOSA, F. J. V.; LIMA, P. S. da C.; DINIZ, F. M. **Variabilidade fenotípica e genotípica em galinhas caipiras (*Gallus gallus domesticus*)**: resultados preliminares. Teresina: Embrapa Meio-Norte. 2007. (Circular técnica, 46).

ETCHES, R. J.; JOHN, T. M.; VERRINDER, G. Behavioral, physiological, neuroendocrine and molecular responses to heat stress. **Poultry production in hot climates**. 2. ed. Wallingford: CAB International. 2008. p. 48-79.

FAO. **The state of the world's**: animal genetic resources for food and agriculture – in brief. Rome, 2007. 38 p.

HY LINE INTERNATIONAL. **W-36 Poedeiras comerciais: manual de manejo**, 2015. 42 p.

MACARI, M. **Água na avicultura industrial**. Jaboticabal: Funep, 1996. 128 p.

MILLIMAN, S. T.; MENCH, J. A.; MALLEAU, A. E. The future of poultry welfare. In: DUNCAN, I. J. H.; HAWKINS, P. (Ed.). **The welfare in domestic fowl and other captive birds**. New York: Springer, 2010. p. 279-302.

MINEDU.PT. Disponível em: <<http://bi.gave.minedu.pt/bi/1eb/961/3818>>. Acesso em: 8 abr. 2016.

NORTH, M. O.; BELL, D. D. **Commercial chicken production manual**. 4. ed. New York: Nostrand Reinhold. 1990. 913 p.

SAGRILO, E.; RAMOS, G. M.; GIRÃO, E. S.; AZEVEDO, J. N.; BARBOSA, F. J. V.; ARAÚJO NETO, R. B.; MEDEIROS, L. P.; LEAL, T. M. **Agricultura familiar.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 74 p. (Sistemas de produção, 1)

SALIFOU, S.; OFFOUMON, O. T. F.; GOUISSI, F. M.; PANGUI, L. Endogenous recipes for controlling arthropod ectoparasites of domestic poultry. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 22, p.119-123, jan./mar. 2013. DOI: 10.1590/S1984-29612013000100022.

VIOLA, E. S.; VIOLA, T. H.; LIMA, G. J. M. M. de; AVILA, V. S. de. Água na avicultura: importância, qualidade e exigências. In: PALHARES, J. C. P.; KUNZ, A. (Ed.). **Manejo ambiental na avicultura.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. p. 35-124. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 149).

VIOLA, T. H. **Influência da restrição de água no desempenho de frangos de corte.** 2003. 164 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Capítulo 10

Apicultura e meliponicultura

Márcia de Fátima Ribeiro

Fábia de Mello Pereira

Maria Teresa do Rêgo Lopes

Rafael Narciso Meirelles

A criação de abelhas tem crescido no Brasil nos últimos anos. Essa atividade caracteriza-se por poder ser praticada por grandes produtores em escala industrial ou pequenos produtores ligados à agricultura familiar, que podem não tê-la como ocupação principal, mas somente como um complemento da renda.

A apicultura é a criação da abelha *Apis mellifera* L., 1758, conhecida popularmente como abelha-europa, abelha-africana ou abelha-africanizada. Essas abelhas não são nativas do Brasil e foram introduzidas pelos portugueses e outros imigrantes durante a colonização do País. As primeiras raças trazidas ao País foram *Apis mellifera mellifera*, *Apis mellifera ligustica*, *Apis mellifera caucasia* e *Apis mellifera carnica* (Ramos; Carvalho, 2007).

Em 1956, foram introduzidas no Brasil (mais especificamente em Rio Claro, SP) 49 rainhas da raça africana *Apis mellifera scutellata* pelo professor Warwick Estevan Kerr, que tinha o objetivo de selecionar linhagens mais adaptadas às condições tropicais (resistentes a doenças e inimigos naturais) e com alta produtividade. Vinte e seis rainhas enxamearam 45 dias após a introdução. A carga genética dessas rainhas rapidamente se misturou à das abelhas europeias que existiam no Brasil e formou o poli-híbrido que hoje

está presente em quase todo o território nacional (Oliveira; Cunha, 2005; Ramos; Carvalho, 2007).

A apicultura brasileira se desenvolveu muito a partir dos anos 1970, quando a produção de mel (e de outros produtos apícolas) foi muito incrementada. Atualmente, o mel brasileiro tem alta aceitação no mercado exterior e frequentemente ganha prêmios pela sua qualidade e sabor.

Estudos sobre a produção apícola no Brasil mostram dados contraditórios quanto ao número de apicultores e colmeias, produção e produtividade. Quanto às pessoas envolvidas na cadeia produtiva, dados da Confederação Brasileira de Apicultura apontam a existência de cerca de 350 mil apicultores, além de 450 mil ocupações geradas no campo e 16 mil empregos diretos no setor industrial. Segundo dados do IBGE (2016), em 2015, a produção nacional de mel foi de aproximadamente 38 mil quilogramas, sendo que aproximadamente 43% dessa produção foi oriunda da região Sul, 28% da região Nordeste, 22% da região Sudeste, 4% da região Centro-Oeste e 3% da região Norte.

Na região semiárida, a apicultura se caracteriza por ser praticada por pequenos produtores provenientes da agricultura familiar, por gerar incremento na sua renda (mesmo sendo considerada secundária em relação às demais atividades agropecuárias) e por apresentar melhor nível de organização do que outras atividades agropecuárias. Os produtores estão organizados em associações e cooperativas, e alguns empreendimentos exportam mel com certificação orgânica e de *fair trade*¹ para Estados Unidos e Europa. Nos anos em que a estiagem é mais severa, em geral, a apicultura é a atividade econômica mais rentável das propriedades e a que garante renda para o sustento da família.

A meliponicultura, por sua vez, é a criação das abelhas-sem-ferrão. A atividade recebeu esse nome porque essas abelhas pertencem à tribo Meliponini e, por isso, são chamadas de “meliponíneos”. Outro sinônimo é “abelhas-indígenas” por se tratarem de abelhas nativas, isto é, que ocorrem naturalmente e não foram introduzidas pelo homem. As abelhas-sem-ferrão recebem essa denominação por terem seu ferrão atrofiado e, por isso, não picarem ou possuírem veneno. Entretanto, elas possuem outras

¹ O *fair trade* (comércio justo) é um movimento social que busca comercializar produtos com preços justos para promover a equidade social, a proteção do ambiente e a segurança econômica.

formas de se defender, como se enroscar no cabelo e morder ou depositar substâncias que queimam ou causam alergia. Embora existam criadores de abelhas-sem-ferrão em todas as regiões do País, a meliponicultura é ainda pouco praticada e desenvolvida de forma sistemática quando comparada à apicultura. Entretanto, ela tem sido mencionada como uma atividade importante para a sustentabilidade da agricultura familiar (Magalhães; Venturieri, 2010). Existem mais de 300 espécies de meliponíneos no Brasil (Imperatriz-Fonseca et al., 2005), mas apenas algumas dezenas são criadas em criatórios, ou seja, meliponários (Cortopassi-Laurino, 2008).

Na região semiárida brasileira, muitas ações são ainda necessárias para tornar as atividades relacionadas à criação de abelhas mais desenvolvidas e sustentáveis, principalmente em escala de produção familiar.

Apicultura

Como já destacado acima e ilustrado na Figura 1, a produção de mel no Brasil foi de aproximadamente 38 mil quilogramas em 2015, sendo que as regiões Sul e Nordeste concentraram cerca de 70% dessa produção (IBGE, 2016). Os principais produtores do Nordeste são os estados do Piauí, Ceará e Bahia. Com uma exploração de base predominantemente familiar, a atividade vem recebendo incentivos de programas federais e estaduais mediante linhas de financiamento específicas e capacitação para organizar o setor e apoiar os produtores.

No Semiárido brasileiro, a apicultura se destaca como uma das atividades que têm apresentado maior crescimento. Nos últimos 20 anos, a produção de mel nos três estados do Nordeste aumentou mais de 500%. Entretanto, nessa região, muitas ações são ainda necessárias para tornar essas atividades mais desenvolvidas e sustentáveis, principalmente em escala de produção familiar.

Grande parte da produção de mel da região Nordeste vem de apiários instalados na região do Agreste. No Piauí, por exemplo, cerca de 80% da produção é proveniente de regiões com vegetação de Caatinga que, por apresentar uma flora nativa diversificada e abundante, especialmente no período chuvoso, tem proporcionado significativa fonte de plantas melíferas. Além disso, o mel dessa região tem qualidade diferenciada, visto que

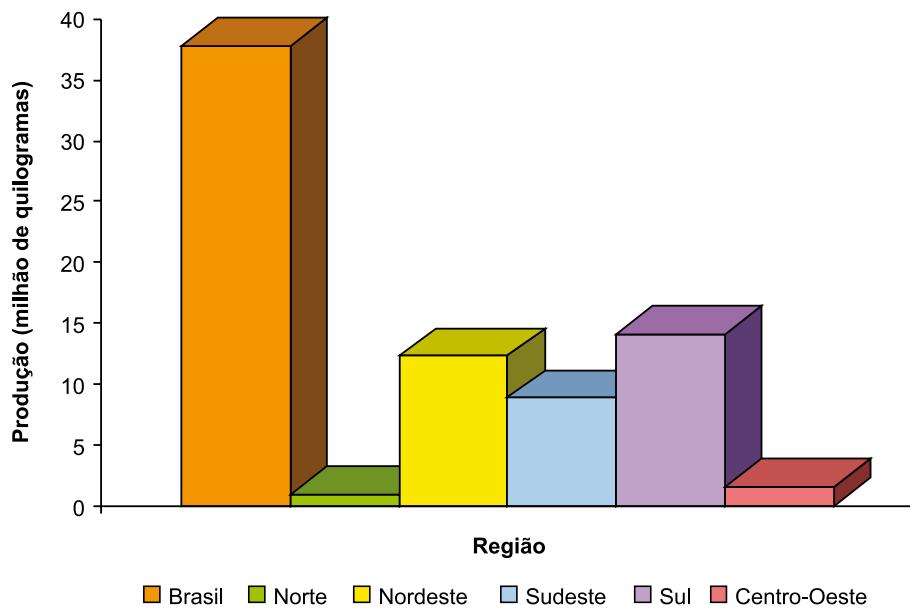


Figura 1. Produção de mel no Brasil e nas suas regiões geográficas em 2015.

Fonte: IBGE (2016).

a flora explorada pelas abelhas é silvestre, livre de contaminantes como agrotóxicos, o que tem favorecido a produção com certificação orgânica. Os produtores, a maioria dos quais estão organizados em associações e/ou cooperativas, têm tirado proveito dessa condição privilegiada, exportando grande parte da produção com esse diferencial de mercado.

Mesmo com todo esse potencial favorável, o Semiárido apresenta características climáticas limitantes à criação de abelhas, especialmente em períodos críticos de seca. Foi o que ocorreu entre 2012 e 2014, quando a estiagem prolongada reduziu drasticamente a disponibilidade de alimento no campo, e as condições climáticas adversas (a alta temperatura e a baixa umidade relativa do ar) dificultaram que as operárias mantivessem um microclima favorável dentro das colmeias. Nessas ocasiões, é fundamental a adoção de práticas integradas de manejo que tornem possível a manutenção dos enxames e a minimização dos prejuízos decorrentes da escassez de chuvas.

Dentre essas práticas, podem ser destacadas como as mais importantes: a) a alimentação suplementar (ou seja, o fornecimento de alimentação no período da entressafrá); b) o sombreamento (natural ou artificial); e c) o fornecimento de água suficiente para as necessidades das colônias. Destaca-se ainda que a capacitação dos produtores é peça fundamental para que o manejo das colônias durante os períodos críticos seja feito de forma criteriosa e eficiente.

Instalação do apiário

Alguns dos grandes desafios da apicultura na região Nordeste, em especial dos apiários instalados no bioma Caatinga, são a redução da perda de colônias e o aumento da produtividade, principalmente em apiários fixos. Para vencer esses obstáculos, deve-se adotar uma série de medidas, iniciando-se pelos cuidados na instalação dos apiários.

Os apiários devem ser instalados em locais que apresentem condições ótimas para manutenção e produção das colônias de abelhas. Além da importância da água e da sombra, que é, muitas vezes, subestimada, a existência de vegetação rica em plantas que possam fornecer néctar e pólen para as abelhas (de preferência durante a maior parte do ano) é amplamente reconhecida como um dos principais fatores para a obtenção de uma boa produtividade.

A flora é a base da exploração apícola, e sua qualidade depende das espécies vegetais naturais ou cultivadas e das condições climáticas. Os tipos e a densidade das espécies vegetais (naturais ou cultivadas), as épocas de florescimento e as concentrações de açúcares no néctar determinam a qualidade e a importância da flora da região para produção de mel e/ou manutenção das colônias.

O terreno deve ser plano ou com pouco declive e limpo, com acesso para veículos durante todo o ano, o que facilita o transporte de melgueiras e colônias (Figura 2). Recomenda-se evitar os topo de morros ou locais descampados, pois são muito castigados pelos ventos. Nessa situação, o maior esforço exigido das abelhas acaba por diminuir a produção.

Foto: Ricardo Costa Rodrigues de Camargo



Figura 2. Local de instalação do apiário com flora abundante e terreno plano, limpo e de fácil acesso.

Para evitar acidentes, o apiário deve estar localizado a uma distância mínima de 500 m de currais, casas, escolas, estradas movimentadas, aviários, entre outros, e deve ser cercado e identificado com placa, alertando as pessoas sobre a presença de abelhas africanizadas e o perigo que podem correr caso se aproximem. Para garantir uma produção sem contaminantes, o apiário deve estar a uma distância mínima de 3 km de engenhos, sorveterias, fábricas de doces, aterros sanitários, depósitos de lixo, mata-douros, etc.

As colmeias devem ser instaladas à sombra a uma distância de 2 m entre elas e com no máximo 50 colmeias por apiário fixo. Em regiões em que a flora apícola suporta uma quantidade maior de colmeias sem prejuízo para a produtividade, é preferível montar mais de um apiário, evitando, assim, a dificuldade durante o manejo devido à alta capacidade de defesa das colônias e ao incômodo que isso pode trazer ao produtor. Para evitar contato direto com o chão, as colmeias devem ser colocadas em suportes individuais a pelo menos 50 cm de altura e com leve inclinação para frente, impedindo o acúmulo de água da chuva no seu interior (Figura 3).



Foto: José Maria Vieira Neto

Figura 3. Detalhe das colmeias instaladas em suportes individuais com proteção contra formigas.

Influência dos fatores ambientais na atividade apícola

O desenvolvimento e o comportamento de colônias de abelhas sofrem influência de fatores ambientais como temperatura, umidade relativa do ar e radiação solar (Lorenzon et al., 2003).

Com relação à umidade relativa (UR), sabe-se que, para completar seu ciclo de desenvolvimento, as abelhas necessitam mantê-la no interior das colônias em cerca de 40% (Human et al., 2006). Quando a UR está baixa, a taxa de eclosão dos ovos diminui. Para reverter esse quadro, as abelhas usam várias estratégias, incluindo a evaporação do néctar e a coleta de água (Human et al., 2006; Abou-Shaara et al., 2012). Com o objetivo de avaliar a influência da umidade relativa do ar em colônias instaladas em uma região de Caatinga no estado do Piauí, entre junho de 2013 e dezembro de 2014, mediram-se, com um termo-higrômetro, as URs interna e externa de 15 colônias em apiários instalados no Território do Vale do Rio Canindé. No período estudado, a UR externa variou de 13,9% a 70,0%, e a UR interna variou de 14,7% a 74,0%.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), os valores ideais de UR do ar para o ser humano encontram-se na faixa de 40% a 70%; o estado de atenção é iniciado quando a UR está entre 20% e 30%; o estado de alerta, entre 12% e 20%; e o estado de emergência, abaixo de 12% (World Health Organization, 2005). Levando-se em consideração essa recomendação, uma vez que não há orientação para as abelhas, na Tabela 1, podem-se observar a UR interna da colmeia e a diferença entre as URs interna e externa em cada faixa de variação obtida no experimento mencionado acima.

Tabela 1. Faixas de variação da umidade relativa do ar (UR externa) e média e desvio padrão da UR dentro das colmeias (UR interna) e da diferença entre elas (UR interna – UR externa) no período de junho de 2013 a dezembro de 2014 no Território do Vale do Canindé, PI.

| Faixa de variação da UR externa (%) | UR interna (%) | Diferença entre URs interna e externa (%) |
|-------------------------------------|----------------|---|
| Mais de 40,1 | 59,21 ± 10,75 | 2,11 ± 8,46 |
| 30,1 e 40 | 35,32 ± 3,06 | 3,58 ± 3,40 |
| 20,1 e 30 | 34,09 ± 6,54 | 7,75 ± 4,28 |
| 10 e 20 | 20,48 ± 5,76 | 3,63 ± 1,60 |

As observações demonstram que as abelhas tentam manter a UR interna das colônias em um valor confortável, mesmo quando a UR externa está muito baixa. Contudo, quando o ar está muito seco (UR abaixo de 20%), as abelhas têm grande dificuldade de manter o ar do interior das colmeias mais úmido. No período da seca, quando o ar está muito seco, o desenvolvimento das abelhas é prejudicado, e a perda de enxames por abandono é maior. Alguns apicultores chegam a perder 90% das colônias em anos de estiagem prolongada (Pereira et al., 2008). As operárias conseguem regular a umidade dentro da colmeia; contudo, é necessário haver água disponível próximo ao apiário para que elas realizem esse trabalho (Human et al., 2006).

A disponibilidade de água durante o ano todo é essencial para o bom desempenho das colônias, já que as abelhas precisam de água para seu metabolismo e para regular a temperatura dentro da colmeia, especialmente em regiões de clima quente. Quando a temperatura do ninho

ultrapassa 36 °C, as operárias começam a ventilá-lo ao abanar as asas, o que causa evaporação da água, que fica distribuída em pequenas gotas sobre os alvéolos ou mesmo exposta em suas línguas (Winston, 2003).

É importante que a água disponibilizada para as abelhas seja de boa qualidade, limpa e isenta de contaminações por agentes biológicos (bactérias, fungos, protozoários) ou por produtos químicos. Se o local não apresentar fonte de água natural, devem ser instalados bebedouros, que devem ser mantidos permanentemente limpos e abastecidos, especialmente durante a estação seca.

Embora as operárias possam buscar água a 2 km de distância das colônias (Visscher et al., 1996), se houver disponibilidade, a maioria delas busca água nos arredores das colônias. Nesses casos, observam-se poucas abelhas coletando água a uma distância maior do que 50 m das colmeias (Joachimsmeier et al., 2012).

Com os objetivos de compreender melhor a importância da água para as colônias de *A. mellifera*, reduzir o esforço das operárias na coleta de água e permitir o aumento da UR dentro das colônias, entre setembro e dezembro de 2015, forneceu-se água no interior das colmeias instaladas nos apiários da Embrapa em Campo Maior, PI (coordenadas 04°47.017' S e 42°08.151' W). Utilizaram-se dois modelos de alimentadores diferentes – do tipo Doolittle (Figura 4A) e de cobertura (Figura 4C) – e mensuraram-se as URs do ar e interna da colmeia (Tabela 2).

Tabela 2. Faixas de variação da umidade relativa do ar (UR externa) e média e desvio padrão da UR dentro das colmeias (UR interna) e da diferença entre elas (UR interna - UR externa) no período entre setembro a dezembro de 2015 em Campo Maior, PI.

| Faixa de variação da UR externa (%) | Alimentador de cobertura | | Alimentador do tipo Doolittle | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|
| | UR interna (%) | Variação (%) | UR interna (%) | Variação (%) |
| Mais de 40,1 | 46,80 ± 3,72 | 2,27 ± 3,00 | 48,40 ± 0,90 | 1,00 ± 1,24 |
| 30,1 e 40 | 29,20 | -1,00 | 36,75 ± 5,79 | 2,80 ± 2,31 |
| 20,1 e 30 | 29,91 ± 6,28 | 4,56 ± 5,07 | 28,20 ± 4,46 | 3,45 ± 2,87 |
| 10 e 20 | 23,72 ± 5,75 | 7,28 ± 5,82 | 25,42 ± 6,55 | 9,08 ± 7,24 |

Independentemente do modelo de alimentador utilizado, verificou-se que, durante os meses mais secos, as operárias conseguiram aumentar a UR no interior da colmeia. Houve casos em que esse aumento chegou a 19,03%, o que demonstra que o fornecimento de água no interior das colmeias auxilia na manutenção da UR interna. Contudo, ao longo do experimento, observou-se que a mortalidade de operárias no alimentador do tipo Doolittle (Figura 4A) era muito grande; por isso, não se recomenda que esse modelo seja usado para a finalidade de fornecer água no interior da colmeia.

Fotos: Ricardo Costa Rodrigues de Camargo



Figura 4. Alimentador do tipo Doolittle (A), alimentador do tipo Boardman (B) e alimentador de cobertura (C).

Um ensaio semelhante foi realizado entre setembro e outubro de 2015 em dez colônias de *A. mellifera* instaladas em São João do Piauí, PI (coordenadas 08°20.749' S e 42°19.503' W), comparando-se a quantidade de crias em colônias que receberam água em alimentador do tipo Boardman (Figura 4B) e em colônias que não receberam água. A avaliação foi realizada contando-se, a cada mês, a quantidade de quadros com ovos, larvas e pupas (Tabela 3). Os dados foram analisados pelo teste de qui-quadrado.

Durante o mês de outubro, quando as condições ambientais são mais severas na região, a UR do ar variou de 16% a 53%, dependendo da hora do dia. As URs do ar médias na região nos meses de novembro e dezembro foram 43% e 40%, respectivamente (Inmet, 2016). Com o aumento da UR ambiental, o fornecimento de água deixou de repercutir positivamente na quantidade de crias. De forma geral, observou-se que

Tabela 3. Média e desvio padrão da quantidade de quadros com ovos, larvas e pupas em colônias de *Apis mellifera* que receberam água em alimentador do tipo Boardman e que não receberam água no período entre setembro e dezembro de 2015 em São João do Piauí, PI.

| Mês | Número de quadros com ovos | | Número de quadros com larvas | | Número de quadros com pupa | |
|------------------------|----------------------------|---------------|------------------------------|---------------|----------------------------|-------------|
| | Com água | Sem água | Com água | Sem água | Com água | Sem água |
| Setembro | 4,40 ± 1,14 ^{ns} | 3,00 ± 1,00 | 4,40 ± 1,40 | 3,00 ± 0,70 | – | – |
| Outubro ⁽¹⁾ | 3,60 ± 2,19 A | 1,40 ± 1,34 B | 3,60 ± 2,19 A | 1,40 ± 1,34 B | 4,20 ± 1,64 | 3,20 ± 0,83 |
| Novembro | 2,50 ± 1,29 | 3,00 ± 1,15 | 3,20 ± 2,06 | 2,50 ± 1,73 | 4,20 ± 3,20 | 3,50 ± 0,57 |
| Dezembro | 3,20 ± 2,63 | 3,20 ± 1,71 | 3,70 ± 2,75 | 4,20 ± 1,25 | 4,50 ± 2,38 | 3,50 ± 0,57 |

⁽¹⁾Médias seguidas por letras distintas na linha diferem estatisticamente entre os tratamentos para cada parâmetro analisado pelo teste de qui-quadrado ($\alpha = 0,05$).

^{ns} não significativo.

as colônias aumentaram suas áreas de cria independentemente do tratamento. Contudo, essa melhoria no desenvolvimento foi maior nas colônias que receberam água no interior da colmeia. Assim, os dados demonstram que o fornecimento de água dentro das colônias de *A. mellifera* na região semiárida no período em que as condições ambientais estão desfavoráveis é vantajoso para o apicultor, uma vez que auxilia no desenvolvimento das colônias.

Sombreamento dos apiários e desenvolvimento das colônias

Além da água, a sombra é outro fator de grande importância para a manutenção de temperaturas ideais no interior das colônias, já que altas temperaturas no interior das colmeias podem afetar a qualidade do mel, podendo alterar seu teor de umidade, seus índices de hidroximetilfurfural (HMF)² e seu conteúdo de enzimas. Além disso, colônias expostas ao sol durante o dia inteiro podem ser desconfortáveis ao apicultor por ocasião do manejo e frequentemente demandam gasto de energia e de tempo das

² O HMF é um composto orgânico produzido durante a transformação do néctar em mel, e seu teor (cujo valor máximo permitido pela legislação brasileira é 60 mg kg⁻¹) é um dos principais fatores de avaliação da sua qualidade. O aquecimento do mel ou sua exposição a temperaturas elevadas durante a produção, colheita, extração, envase, armazenamento ou transporte causa a elevação do índice de HMF.

abelhas no processo de resfriamento do ninho (Lopes et al., 2008), o que pode ocasionar baixa produtividade e abandono dos enxames.

Por isso, em regiões de clima quente, como o Nordeste, recomenda-se a instalação das colmeias à sombra. Nessa região, é bastante comum a instalação de colmeias sob a copa de árvores nativas que perdem as folhas na estação seca, de modo que as colmeias acabam ficando expostas ao sol (Pereira et al., 2000).

Nesse sentido, a escolha de árvores que forneçam bom nível de sombreamento durante todo o ano é um fator importante na etapa de instalação das colônias. Em pesquisas realizadas no Piauí pela Embrapa Meio-Norte para avaliar diferentes espécies vegetais comumente encontradas em apiários da região, verificou-se que árvores de cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) fornecem bom nível de sombreamento e relativo conforto higrotérmico, principalmente no período de estiagem (de setembro a dezembro). O cajueiro, além de não perder a folhagem, apresenta uma copa mais baixa, o que favorece a manutenção de um microclima mais adequado, com temperatura mais baixa e UR do ar mais alta em relação ao que propiciam outras espécies arbóreas de copa mais alta (Lopes et al., 2008). Outro aspecto positivo do cajueiro é que seu florescimento ocorre no período da estiagem, quando não há disponibilidade de alimento no campo. Espécies como violeta (*Dalbergia cearensis* Ducke), mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.), chapada (*Terminalia fagifolia* Mart & Zucc) e pau-mocó (*Luetzelburgia auriculata* Ducke) não são adequadas para o sombreamento de apiários, pois sofrem excessiva queda das folhas durante o período de estiagem.

Quando não existe possibilidade de instalação das colmeias sob árvores que forneçam bom sombreamento, recomenda-se a utilização de coberturas artificiais. Entretanto, na escolha do material para a construção das coberturas, deve-se levar em conta a eficiência e a facilidade de aquisição. Coberturas construídas com palha, com tela com 80% de sombreamento e árvores foram avaliadas pela Embrapa Meio-Norte quanto à eficiência para o sombreamento das colmeias (Figura 5).

Nessa pesquisa, verificou-se que a cobertura de tela sombreadora não forneceu conforto térmico às colônias; elas apresentaram temperaturas internas acima de 40 °C (situação semelhante à das colônias instaladas a pleno sol), menor quantidade de alimento (mel e pólen) armazenado e mel



Foto: José Maria Vieira Neto

Figura 5. Apiário com colmeias instaladas sob sombra de árvores, cobertura de palha e cobertura com tela com 80% de sombreamento.

produzido com maiores índices de HMF, o que evidencia o efeito negativo da temperatura elevada sobre o desenvolvimento das colônias e a qualidade do mel. Já as coberturas construídas com palha e o sombreamento de árvores favoreceram a manutenção de temperaturas mais amenas no interior das colmeias e a manutenção de níveis mais baixos de HMF no mel. Como já mencionado, a exposição das colmeias às adversidades ambientais também pode alterar o teor de umidade, os índices de HMF e as reações de invertase e diastase do mel (Crane, 1983; Rodrigues et al., 1996).

A diastase e a invertase são enzimas produzidas pelas abelhas e que são adicionadas naturalmente ao néctar. A diastase quebra o amido, e sua função, na fisiologia da abelha, embora possa estar envolvida com a digestão do pólen, ainda não está claramente compreendida. A invertase transforma a sacarose presente no néctar nos açúcares invertidos glicose e frutose. Sua ação é contínua até que o “amadurecimento” total do mel ocorra. Tanto a diastase como a invertase apresentam alto grau de instabilidade em temperaturas elevadas. Dessa forma, sua presença ou ausência é importante para detectar possíveis aquecimentos do mel

vendido comercialmente, embora, mesmo em temperatura ambiente, essas enzimas possam se deteriorar, caso o mel seja armazenado por um período prolongado.

Assim, a qualidade do mel também pode ser afetada pelo tipo de sombreamento ao qual as colônias estão submetidas. O teor de HMF é mais elevado no mel oriundo de colmeias instaladas ao sol e com coberturas de tela sombreadora (Alencar, 2005; Lopes et al., 2011) do que de colmeias instaladas à sombra de árvores e coberturas de palha. Embora esse teor não tenha sido superior ao determinado pela legislação brasileira, Lopes et al. (2011), considerando a tendência de aumento do HMF durante o armazenamento, recomendam que o mel recém-coletado apresente níveis mínimos dessa substância para que possa manter sua qualidade por mais tempo.

O controle da temperatura dentro da colônia é importante também para garantir o sucesso do desenvolvimento da cria. Quando as alterações de temperaturas não são devidamente controladas, podem ser observadas abelhas adultas com deformação no corpo, alta mortalidade ou adultos que não desempenham com eficácia as funções realizadas no ninho (Tautz et al., 2003).

Outras observações foram realizadas em fevereiro e março de 2011 no apiário (Figura 6A) do Campo Experimental da Caatinga, na Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE. Termopares ligados a registradores de dados (*data loggers*) foram colocados em duas colmeias para avaliar se placas de gesso colocadas como cobertura (Figura 6B) poderiam conferir conforto térmico para as abelhas. As placas de gesso foram reforçadas com fibras de sisal para aumentar sua resistência e durabilidade, segundo orientação de um apicultor da região que já utilizava essa prática em seus apiários. Foram acompanhadas duas colmeias em condições semelhantes em termos de número de indivíduos, idade da rainha e quantidade de alimento acumulado. Uma delas estava com a cobertura de placa de gesso e a outra não (Figura 6C). Dois termopares de cada registrador de dados foram instalados respectivamente na área de cria (T cria) e na área de reserva de alimento (T alim), conforme se vê nas Figuras 6D, 6E e 6F. Durante 39 dias consecutivos, foram coletados dados de temperatura a cada 15 min, totalizando uma amostragem de 3.666 registros. Além disso, simultaneamente registrou-se também a temperatura do ar.



Fotos: José Francisco Alves do Carmo

Figura 6. Apiário localizado no Campo Experimental da Caatinga da Embrapa Semiárido (A), colmeia de abelhas melíferas (*Apis mellifera*) com cobertura de placa de gesso (B), instalação dos termopares nas colmeias de abelhas melíferas (C), caixa contendo os registradores de dados (D), termopar instalado próximo aos favos de cria (E) e detalhe do termopar (F).

Os resultados mostraram que, em ambos os locais da colônia experimental com cobertura de placa de gesso, houve uma redução da

temperatura, principalmente na área de cria, o que já havia sido indicado em trabalho anterior (Ribeiro et al., 2011).

Na Figura 7, é mostrada a variação das temperaturas avaliadas (do ar, T cria e T alim, com e sem cobertura de gesso), em que se pode notar que, na região da cria (T cria), os valores na presença da cobertura de gesso foram menores do que os na sua ausência. Entretanto, o contrário foi observado na região do mel armazenado (T alim).

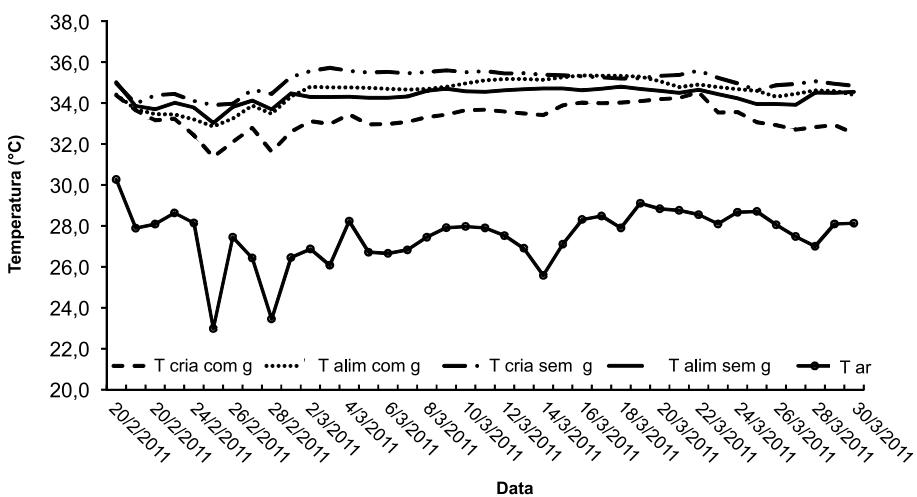


Figura 7. Médias de temperatura do ar (T ar), temperatura na área de cria com a placa de gesso (T cria com g) e sem ela (T cria sem g), temperatura na área de reserva de alimento com a placa de gesso (T alim com g) e sem ela (T alim sem g) obtidas em colmeias de abelhas melíferas (*Apis mellifera*) no apiário da Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE, em 2011.

Na Tabela 4, são mostrados os valores da temperatura do ar, das temperaturas mínimas, máximas e médias e desvios padrões obtidos no período total de coleta de dados nos dois locais (cria e alimento) analisados nas duas colmeias (com e sem a cobertura de placa de gesso).

As diferenças encontradas foram significativas pelo teste U de Mann-Whitney ($p = 0,0001$) para ambas as comparações, ou seja, T cria com e sem cobertura de gesso e T alim com e sem cobertura de gesso. O fato de a temperatura na área de cria ser significativamente menor com o uso da placa de gesso indicaria que ela é eficiente para reduzir a temperatura,

Tabela 4. Valores obtidos durante o período experimental (3.666 amostras em 39 dias) para as temperaturas do ar (T_{ar}), mínimas, máximas (e diferenças entre elas) e para as médias e os desvios padrões (DS) na área de cria (T_{cria}) e área de reserva de alimento (T_{alim}) das colmeias de abelhas melíferas (*Apis mellifera*) com e sem cobertura de placa de gesso.

| Temperatura | Cobertura de gesso | | | | |
|-------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Com | | Sem | | |
| | T_{ar} (°C) | T_{cria} (°C) | T_{alim} (°C) | T_{cria} (°C) | T_{alim} (°C) |
| Mínima | 18,86 | 29,11 | 29,68 | 26,77 | 29,45 |
| Máxima | 42,27 | 41,09 | 41,67 | 40,16 | 39,13 |
| Diferença | 23,41 | 11,98 | 11,99 | 13,39 | 9,68 |
| Média e DS | $27,49 \pm 5,60$ | $33,27 \pm 1,13$ | $34,55 \pm 0,75$ | $35,08 \pm 0,72$ | $34,33 \pm 0,80$ |

produzindo um conforto térmico para o desenvolvimento das larvas. Uma vez que as abelhas realizam termorregulação em sua colônia, mantendo a temperatura dentro de um intervalo de 33 °C a 36 °C, com média de 34,5 °C (Jones; Oldroyd, 2007; Domingos; Gonçalves, 2014), tanto com o uso da placa como sem ela, a temperatura estaria dentro de uma amplitude adequada.

Souza et al. (2015), avaliando coberturas de material reciclado para colmeias, não encontraram diferenças significativas na quantidade de crias em relação às temperaturas obtidas (33,7 °C; 34,0 °C; e 34,5 °C).

Souza (2014) avaliou a temperatura de colmeias também na região de Petrolina, mas em época seca (novembro-dezembro), em contraposição ao período chuvoso (janeiro-fevereiro), em que as observações citadas anteriormente foram realizadas. A temperatura média interna da colônia foi bem mais alta (31,4 °C) do que a obtida em 2011 (27,5 °C). Mas, ao comparar a temperatura interna de colmeias de madeira não pintada que receberam uma cobertura de gesso com a daquelas que não a receberam, a autora obteve temperaturas muito similares àquelas encontradas anteriormente na área de alimento (Tabela 4), ou seja, 34,6 °C e 34,3 °C, respectivamente. As referidas colmeias com placa de gesso apresentaram maiores porcentagens de área com mel e de cria fechada de operárias e menor porcentagem de cria de zangão, o que seria benéfico para o produtor, embora as conclusões da autora tenham sido diferentes. Apesar de essas mesmas variáveis

não terem sido analisadas em 2011, a informação do apicultor que usa as placas de gesso é de que suas colmeias são bem produtivas e se desenvolvem bem. Entretanto, apenas experimentos mais detalhados poderiam recomendar o uso de placas de gesso em colmeias não pintadas.

De qualquer forma, é essencial que se promova conforto térmico (por meio de sombreamento ou de outros tipos de cobertura) e disponibilidade de água às colônias de abelhas, o que certamente favorecerá seu desenvolvimento e produção. Com a adoção das práticas sugeridas aqui, o apicultor reduzirá a perda de enxames, uma vez que o estresse será minimizado e a produtividade deverá aumentar.

Meliponicultura

A criação de diferentes espécies de abelhas-sem-ferrão é mais desenvolvida em alguns locais do Semiárido do que em outros.

Espécies mais importantes na meliponicultura do Semiárido

Na região de Mossoró, RN, a jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke, 1911 – Figura 8A) desempenha um papel fundamental na meliponicultura local, tendo sido mencionada como a abelha mais criada em todas as regiões do estado (Câmara et al., 2004; Pereira et al., 2011; Maia et al., 2015). No estado do Maranhão, a tiúba (*Melipona fasciculata* Smith, 1854, Figura 8B) é muito comum na criação local e é muito relevante do ponto de vista econômico, principalmente para os agricultores familiares (Bezerra, 2004).

Fotos: Márcia de F. Ribeiro

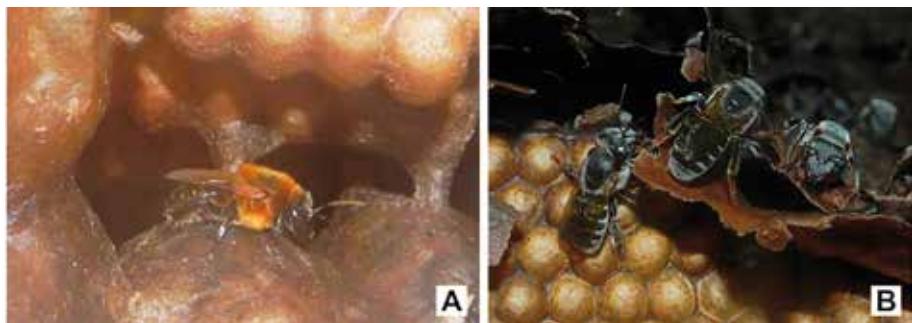


Figura 8. Abelhas criadas no Nordeste do Brasil: (A) jandaíra (*Melipona subnitida*) e (B) tiúba (*Melipona fasciculata*).

Na região do polo de fruticultura de Petrolina, PE / Juazeiro, BA, entretanto, a atividade ainda é relativamente pouco praticada e, na maioria das vezes, apenas a mandaçaia (*Melipona mandacaia* Smith, 1863) é criada (Ribeiro, 2014). De acordo com os meliponicultores locais, a mandaçaia era muito comum anos atrás e, atualmente, é pouco frequente na região. Recentemente, foi realizado um estudo sobre a ocorrência de ninhos naturais em áreas urbana e rural. Entre as árvores que serviam de locais para nidificação, a umburana-de-cambão – *Commiphora leptophloeos* Mart. – foi a mais comum. De fato, 72,68% das árvores que possuíam ninhos de mandaçaia (n = 172 indivíduos) eram dessa espécie vegetal, o que confirma que existe uma forte associação entre a abelha e a árvore. Além dela, outras plantas, como umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda, com 18,02%), algaroba (*Prosopis juliflora* DC, com 5,23%) jatobá (*Hymenaea courbaril* L., com 1,75%), baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl., com 1,16%), pau-ferro [*Libidibia ferrea* (Mart.) L.P. Queiroz, com 0,58%] e aroeira (*Myracrodruron urundeava* Allemao, com 0,58%) também possuíam ninhos (Ribeiro et al., 2009; Ribeiro et al., 2012). Com base nessas informações, sugerem-se aos meliponicultores a adoção de programas de incentivo para a conservação das árvores existentes (principalmente as que formam ocos, como a umburana-de-cambão), o plantio por estquia, a utilização de cercas vivas, a manutenção de árvores mortas, etc. Dessa forma, estarão garantidos locais de nidificação naturais além dos oferecidos nos criatórios (colmeias) (Ribeiro, 2017).

Outras espécies de abelhas-sem-ferrão encontradas na região do polo são: manduri ou monduri (*Melipona asilvai* Moure, 1971), abelha-branca (*Frieseomelitta doederleini* Friese, 1900), mosquito ou mosquito-verdadeiro (*Plebeia* sp. aff. *flavocincta* Cockerell, 1912), brabo (*Scaptotrigona* sp. Moure, 1942), sanharol (*Trigona fuscipennis* Friese, 1900), irapuá (*Trigona spinipes* Fabricius, 1793), cupira (*Partamona cupira* Smith, 1863) e trombeteiro ou abelha-limão (*Lestrimelitta limao* Smith, 1863) (Ribeiro et al., 2009) (Figura 9).

Entre essas, acredita-se que ao menos a abelha-branca seria uma espécie interessante para a produção de pólen, embora nenhum estudo tenha sido realizado para avaliar essa potencialidade. Já a irapuá, embora tenha comportamento de praga (destrói flores, folhas e outras partes de plantas cultivadas e nativas), também deveria ser considerada para serviços de polinização, uma vez que apresenta qualidades desejáveis, entre as quais estariam os ninhos populosos e a coleta de grãos de pólen em grande

Fotos: Márcia de F. Ribeiro

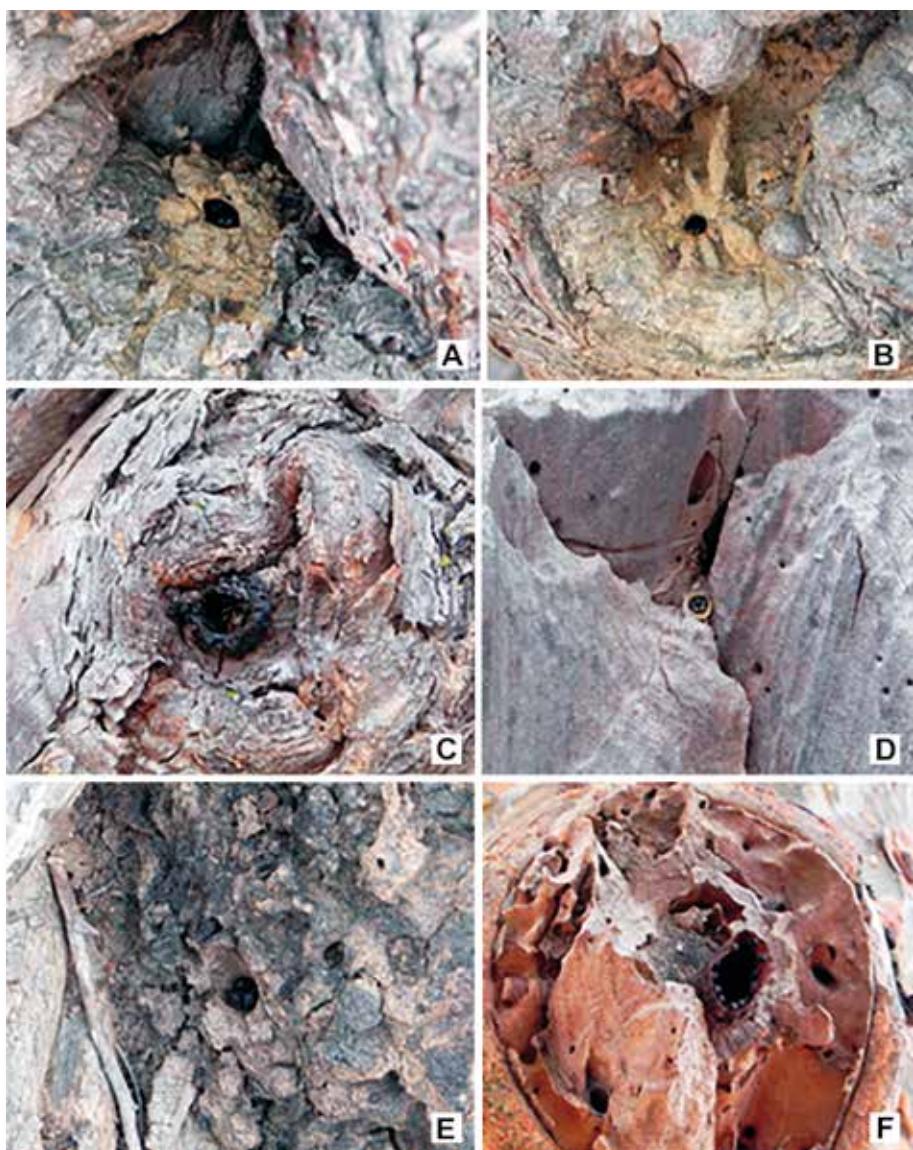


Figura 9. Entradas de ninhos de abelhas-sem-ferrão encontradas na região de Petrolina, PE: (A) mandaçaia (*Melipona mandacaia*); (B) manduri (*Melipona asilvai*); (C) abelha-branca (*Frieseomelitta doederleini*); (D) mosquito (*Plebeia* sp. aff. *flavocincta*); (E) cupira (*Partamona cupira*); e (F) brabo (*Scaptotrigona* sp.).

quantidade e diversidade de espécies vegetais (Oliveira et al., 2008), de modo que desempenha um papel muito relevante nas redes de interação entre plantas e polinizadores. Porém, seria necessário estabelecer técnicas para seu manejo, uma vez que sua criação ainda não ocorre em caixas racionais. Essa potencialidade inclusive já foi mencionada por alguns autores recentemente (Giannini et al., 2015a, 2015b, 2015c).

Produção e qualidade do mel

Os méis das abelhas-sem-ferrão possuem características diferentes das do mel das abelhas melíferas. Geralmente, são menos doces, mais ácidos e possuem maior umidade. Muitas vezes, são usados como medicamentos e não como alimento, pois possuem substâncias, adicionadas pelas abelhas, que funcionam como antibióticos. De fato, esses méis têm demonstrado capacidade bacteriostática e bactericida igual ou maior do que a dos méis de abelhas melíferas contra diversas bactérias (Kleinert et al., 2012). Assim, esses méis têm valor de mercado muito maior do que o do mel das abelhas melíferas.

A quantidade de mel produzida pelas colmeias de abelhas-sem-ferrão é muito menor do que a de colmeias de abelhas melíferas. Enquanto uma colmeia de abelha melífera na região semiárida pode produzir de 35 kg por ano a 40 kg por ano, uma colmeia de mandaçaia produz de 1,5 L por ano a 2 L por ano. Por isso, o litro do mel de abelha melífera pode ser comercializado por R\$ 15 a R\$ 20, enquanto o de mandaçaia pode ser vendido a R\$ 120 ou mais.

Entretanto, a qualidade do mel de mandaçaia produzido na região nem sempre é boa. Um estudo realizado com amostras de mel de meliponicultores locais apontou alguns contaminantes, como coliformes fecais e outras bactérias (Ribeiro et al., 2010). Resultados similares de contaminação por bactérias também foram encontrados no mel de manduri (Lima et al., 2012a). Alguns tipos de fungos também foram encontrados no cerume da manduri, mas não se sabe se eles são patogênicos para as abelhas (Lima et al., 2012b). Por isso, é essencial que sejam estimuladas as boas práticas de fabricação (BPF) de mel, como a higienização das mãos de forma adequada e o uso de jaleco, touca, máscara e seringas descartáveis para a coleta do mel.

nos potes (Ribeiro, 2011). Só assim é possível produzir um alimento seguro e que, por essa razão inclusive, pode alcançar maior valor de mercado.

Manejo

Na meliponicultura, é importante o combate às pragas, entre elas, os forídeos (da família Phoridae), mosquinhos que podem facilmente destruir as colônias em alguns dias. Podem-se usar armadilhas de vinagre (de maçã, álcool ou vinho) para combatê-los, já que todos esses tipos de vinagre são efetivos para a captura dessas mosquinhos nas colônias de mandaçaia e manduri (Rodrigues et al., 2012).

A alimentação suplementar, principalmente na época de seca, também é fundamental para a manutenção das colônias. O alimento mais barato e comum que se pode usar é o xarope de água e açúcar que, em geral, é oferecido às abelhas na proporção de 50%. Entretanto, deve-se testar qual a concentração preferida pelas abelhas, uma vez que, dependendo da situação ou época do ano, as abelhas podem aceitar melhor um alimento mais diluído. Um estudo (Lima et al., 2012c) indicou que operárias de mandaçaia mantidas em condições experimentais preferiram xarope de água e açúcar a 10% em detrimento das outras concentrações testadas (30%, 50%, 70% e 90%).

Além disso, o cuidado com o pasto meliponícola (ou seja, as plantas que fornecem néctar e pólen) é essencial para a criação de abelhas-sem-ferrão e a produção de mel. Estudos realizados na região (Braga et al., 2012) indicaram que, entre as plantas visitadas pela mandaçaia, estão a malva-canela-de-seriema (*Sida galheirensis* Ulbr.), a jurema-vermelha (*Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth.), o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda), a chanana (*Turnera* sp. L.), o marmaleiro (*Croton sonderianus* Müll. Arg.) e a leucena [*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit].

Convém ainda lembrar que as abelhas-sem-ferrão também precisam de plantas que forneçam resina, uma vez que elas utilizam esse material na construção de seus ninhos. De qualquer forma, o número de colmeias de um meliponário deve ser adequado à flora meliponícola existente na região. A capacidade de suporte do meliponário, ou seja, a capacidade de sustentar as colônias de abelhas, está diretamente ligada à diversidade e à

densidade de plantas que forneçam recursos para as abelhas. Assim, não há como produzir mel (ou qualquer outro produto) a partir de um pasto meliponícola pobre e/ou degradado. Caso esse seja o caso, o meliponicultor precisa plantar espécies adequadas.

Instalação do meliponário

Recomenda-se não instalar meliponários próximos a apiários. As abelhas melíferas, cujas colônias são muito mais populosas (entre 40 mil e 60 mil indivíduos) do que as de abelhas-sem-ferrão (entre 500 e 3 mil abelhas, dependendo da espécie), podem ser muito agressivas. Em épocas de escassez de alimento, no momento da divisão ou transferência de ninhos para colmeias e até durante o manejo, as abelhas melíferas podem atacar as colônias das abelhas sem-ferrão e, assim, podem facilmente exterminá-las.

As mesmas recomendações mencionadas acima para a instalação de apiário das abelhas melíferas em relação à sombra, disponibilidade de água e local adequado para instalação são aplicadas à instalação do meliponário.

Boas práticas para a sustentabilidade da atividade

Sugere-se que se evite destruir as árvores ao retirar os ninhos e, de preferência, que se mantenham os ocos disponíveis para que outras abelhas possam ocupá-los ao nidificarem. Aconselham-se ainda que novos ninhos sejam introduzidos no criatório (mediante a compra e/ou troca entre meliponicultores, para evitar o endocruzamento) e que a prática da divisão de ninhos seja adotada.

Finalmente, recomenda-se que o meliponicultor defina a finalidade do seu meliponário, quer seja para produção e comercialização de colmeias (para fornecimento às instituições de ensino e pesquisa ou outros meliponicultores), quer seja para disponibilizar produtos (principalmente o mel) ou oferecer serviços de polinização.

Legislação

Há ainda poucas leis regulamentando a meliponicultura. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) lançou a Resolução nº 346 (Brasil,

2004) em que se exige, para a criação de abelhas-sem-ferrão e a implantação de meliponários, uma licença para criatórios que possuam 50 colmeias ou mais.

Em 29 de setembro do mesmo ano, a Secretaria de Meio Ambiente do estado do Rio Grande do Sul lançou a Instrução Normativa nº 3, (Rio Grande do Sul, 2014) que instituiu e normatizou a criação e conservação de meliponíneos nativos no estado. Por meio dessa instrução, ficaram vedados a criação, o transporte, a comercialização e o manejo de espécies não nativas do estado.

Finalmente, em relação à comercialização do mel, apenas uma cooperativa no estado do Paraná – a Associação de Criadores de Abelhas Nativas da Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba (Acriapa) – comprovou o padrão e a qualidade do mel de jataí (*Tetragonisca angustula* Latreille, 1811) que produz e conseguiu autorização para comercializar o produto.

Considerações finais

Tanto a apicultura quanto a meliponicultura precisam se desenvolver na região do Semiárido nordestino. A adoção de ações que visem à divulgação de conhecimento (tais como cursos de capacitação, palestras, etc.) e de boas práticas de manejo e produção de mel podem certamente valorizar e tornar essas atividades sustentáveis e rentáveis aos produtores da agricultura familiar.

A apicultura é uma atividade que encontra, na região semiárida, condições ideais para o seu desenvolvimento, propiciando ganho econômico e contribuindo para a manutenção e preservação do ambiente. Contudo, apesar do alto potencial da região, a produtividade de mel é baixa. Essa realidade é consequência do manejo inadequado e da falta de tecnologias mais adaptadas à região. Assim, verifica-se a necessidade de realizar programas de capacitação e assistência técnica junto aos produtores, bem como incentivar pesquisas que busquem soluções tecnológicas para os problemas enfrentados por eles.

No que concerne à meliponicultura, existem ainda diversos entraves para o seu desenvolvimento, tais como a ausência de legislação que regulamente os parâmetros de qualidade dos méis, a dificuldade na produção de

colônias em escala industrial e de rainhas em laboratório e a falta de equipamentos adequados para a extração de outros produtos além do mel, como o pólen e a própolis. Mesmo assim, há boas perspectivas para a expansão dessa atividade (Cortopassi-Laurino et al., 2006; Contrera et al., 2011), inclusive fomentadas por diversas iniciativas de pesquisadores da Embrapa. Além disso, existe um aumento crescente na demanda por produtos além do mel e da venda de colônias, tais como os serviços de polinização e a produção de pólen, cerume e própolis, mas é fundamental que se difunda a prática de um manejo adequado (Jaffé et al., 2015). Ainda é necessário que haja maiores incentivos mediante políticas públicas, maior regulamentação da atividade e o estabelecimento de padrões de qualidade dos méis de abelhas-sem-ferrão, o que permitirá a sua expansão de mercado e a comercialização. Mesmo assim, a meliponicultura já pode ser considerada como uma importante contribuição à renda familiar do pequeno produtor, ainda que de forma secundária.

Referências

ABOU-SHAARA, H. F.; AL-GHAMDI, A. A.; MOHAMED, A. A. Tolerance of two honey bee races to various temperature and relative humidity gradients. *Environmental and Experimental Biology*, n. 10, p. 133-138, 2012.

ALENCAR, L. C. *Efeito do sombreamento no desenvolvimento, na produtividade e na qualidade do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) em região semiárida.* 2005. 99 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Teresina.

BEZERRA, J. M. D. Meliponicultura: uma atividade essencial para economia familiar do trópico úmido. In: MOURA, E. G. (Coord.). *Agroambientes de transição: entre o trópico úmido e o semi-árido maranhense*. São Luís: Ed. da Universidade Estadual do Maranhão, 2004. p. 144-203.

BRAGA, J. R.; LIMA, C. B. S.; RODRIGUES, F.; SANTOS, H. C.; RIBEIRO, M. F. *Tipos polínicos coletados por *Melipona mandacaia* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) em Petrolina (PE)*. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012. p. 35-41. (Embrapa Semiárido. Documentos, 248).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 346, de 16 de agosto de 2004. Disciplina a utilização das abelhas silvestres nativas, bem como a

implantação de meliponários. **Diário Oficial da União**, nº 158, de 17 e agosto de 2004. Seção 1, p. 70.

CÁMARA, J. Q.; SOUSA, A. H. de; VASCONCELOS, W. E. de; FREITAS, R. da S.; MAIA, P. H. da S.; ALMEIDA, J. C. de; MARACAJÁ, P. B. Estudos de meliponíneos, com ênfase a *Melipona subnitida D.* no município de Jandaíra, RN. **Revista Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, p. 1-21, 2004.

CONTRERA F. A. L.; MENEZES, C.; VENTURIERI, G. C. New horizons on stingless bees beekeeping (Apidae, Meliponini). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v 40, p. 48-51, 2011.

CORTOPASSI-LAURINO, M. Estado da arte da meliponicultura no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 17.: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELIPONICULTURA, 3., 2008, Belo Horizonte. [Anais...] Belo Horizonte: CBA, 2008. 1 CD ROM.

CORTOPASSI-LAURINO, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; ROUBIK, D. W.; DOLLIN, A.; HEARD, T.; AGUILAR, I.; VENTURIERI, G. C.; EARDLEY, C.; NOGUEIRA-NETO, P. Global Meliponiculture: challenges and opportunities. **Apidologie**, v. 37, p. 275-292, 2006.

CRANE, E. **O livro do mel**. São Paulo: Nobel, 1983. 230 p.

DOMINGOS, H. G. T.; GONÇALVES, L. S. Termorregulação de abelhas com ênfase em *Apis mellifera*. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 8, n. 3, p. 151-154, 2014.

GIANNINI T. C.; BOFF, S.; CORDEIRO, G. D.; CARTOLANO JÚNIOR, E. A.; VEIGA, A. K.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M. Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. **Apidologie**, v. 46, p. 209-223, 2015a.

GIANNINI, T. C.; CORDEIRO, G. D.; FREITAS, B. M.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, p. 849-857, 2015b.

GIANNINI, T. C.; GARIBALDI, L. A.; ACOSTA, A. L.; SILVA, J. S.; MAIA, K. P.; SARAIVA, A. M. Native and non-native supergeneralist bee species have different effects on plant-bee networks. **Plos One**, v. 10: e0137198, 2015c.

DOI: 10.1371/journal.pone.0137198.

HUMAN, H.; NICOLSON, S. W.; DIETEMANN, V. Do honeybees, *Apis mellifera scutellata*, regulate humidity in their nest? **Naturwissenschaften**, n. 93, n. 8, p. 397-401, 2006.

IBGE. **Produção da Pecuária Municipal 2015.** Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2015/default_ods_perfil.shtm>. Acesso em: 15 abr. 2016.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; GONÇALVES, L. S.; DE JONG, D.; FREITAS, B. M.; CASTRO, M. S.; ALVES-DOS-SANTOS, I.; VENTURIERI, G. C. Abelhas e desenvolvimento rural no Brasil. **Mensagem Doce**, 80, mar. 2005. Disponível em: <<http://www.apacame.org.br/mensagemoce/80/abelhas1.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

INMET (Brasil). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso 15 abr. 2016.

JAFFÉ, R.; POPE, N.; CARVALHO, A. T.; MAIA, U. M.; BLOCHSTEIN, B.; CARVALHO, C. A. L. de; CARVALHO-ZILSE, G. A.; FREITAS, B. M.; MENEZES, C.; RIBEIRO, M. F.; VENTURIERI, G. C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Bees for development: Brazilian survey reveals how to optimize stingless beekeeping. **Plos One**, v. 10, p. 1/e0121157-21, 2105. DOI: 10.1371/journal.pone.0121157.

JOACHIMSMEIER, I.; PISTORIUS, J.; HEIMBACH, U.; SCHENKE, D.; KIRCHNER, W. Water collection by honey bees – How far will foragers fly to use water sources like guttation drops? A first distance trial using cereals and oilseed rape. **Julius-Kühn-Archiv**, n. 437, p. 82, 2012. Disponível em: <<http://pub.jki.bund.de/index.php/JKA/article/view/1945/2321>>. Acesso em: 2 abr. 2016.

JONES, J. C.; OLDROYD, B. P. Nest thermoregulation in social insects. **Advances in Insect Physiology**, v. 33, p. 153-191, 2007. DOI: 10.1016/S0065-2806(06)33003-2.

KLEINERT, A. M. P.; RAMALHO, M.; CORTOPASSI-LAURINO, M.; RIBEIRO, M. F.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Social Bees (Bombini, Apini, Meliponini). In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Org.). **Insect Bioecology and Nutrition for Integrated Pest Management**. Boca Raton: CRC Press, 2012. p. 237-271.

LIMA, C. B. S.; RIBEIRO, M. F.; GAMA, F. C.; SILVA, S. R. da. Preferências de abelhas mandaçaia (*Melipona mandacaia*) na alimentação artificial. **Revista Magistra**, v. 24, p. 228-233, 2012c.

LIMA, C. B. S.; RIBEIRO, M. F.; GAVA, C. A. T. Identificação de fungos encontrados em colônias de manduri (*Melipona asilvai*) em Petrolina-PE. In: SEMANA ENTOMOLÓGICA DA BAHIA CRUZ DAS ALMAS-BA, 1., 2012, Cruz das Almas. [Anais...]. Cruz das Almas, 2012b.

LIMA, C. B. S.; RIBEIRO, M. F.; GAVA, C. A. T.; BRAGA, J. R.; TARGINO, H. M. L. Quantification of total bacteria in honey of the stingless bee manduri (*Melipona*

asilvai) in Petrolina (PE). In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 10., 2012, Ribeirão Preto. [Anais...] Ribeirão Preto: Funpec, 2012a.

LOPES, M. T. R.; BARBOSA, A. L.; VIEIRA NETO, J. M.; PEREIRA, F. M.; CAMARGO, R. C. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, R. S. **Avaliação de espécies arbóreas para o sombreamento de apiários.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008. 26 p. (Embrapa Meio-Norte. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 81).

LOPES, M. T. R.; BARBOSA, A. L.; VIEIRA NETO, J. M.; PEREIRA, F. M.; CAMARGO, R. C. R.; RIBEIRO, V. Q.; SOUZA, B. A. Alternativas de sombreamento para apiários. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 3, p. 299-305, jul./set. 2011.

LORENZON, M. C. A.; MATRANGOLO, C. A. R.; SCHOEREDER, J. H. Flora visitada pelas abelhas eussociais (Hymenoptera, Apidae) na Serra da Capivara, em caatinga no sul do Piauí. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 1, p. 27-36, jan./mar. 2003.

MAGALHÃES, T. L.; VENTURIERI, G. C. **Aspectos econômicos da criação de abelhas indígenas sem ferrão (Apidae: Meliponini) no Nordeste Paraense.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2010. 36 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 364).

MAIA, U. M.; JAFFÉ, R.; CARVALHO, A.T.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Meliponicultura no Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 37, n. 4, p. 327-333, 2015.

OLIVEIRA, M. E. C.; PODEROZO, J. C. M.; LESSA, A. C. V.; FERREIRA, A. F.; DANTAS, P. C.; RIBEIRO, G. T.; ARAUJO, E. D.. Análise melissopalinológica e estrutura de ninho de abelhas *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera: Apidae) encontradas no campus da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE. **EntomoBrasilis**, v. 1, p. 1-6, 2008.

OLIVEIRA, M. L.; CUNHA, J. A. Abelhas africanizadas *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Apidae: Apinae) exploram recursos na floresta amazônica? **Acta Amazonica**, v. 35, n. 3, p. 389-394, 2005.

PEREIRA, D. S.; MENEZES, P. R.; BELCHIOR FILHO, V.; SOUSA, A. H. de; MARACAJÁ, P. B. Abelhas indígenas criadas no Rio Grande do Norte. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 5, n. 1, p. 81-91, 2011.

PEREIRA, F. de M.; GONÇALVES, J. C.; SILVA, L. A.; LOPES, J. J.; ALCOFORADO FILHO, F.G. Gargalos tecnológicos e não tecnológicos. In: VILELA, S.L. de O.; ALCOFORADO FILHO, F. G. (Orgs.). **Cadeia produtiva do mel no Estado do Piauí.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. p. 30-47.

PEREIRA, F. de M.; LOPES, M.T.R.; CAMARGO, R. C. R., RIBEIRO, M. E.; ROCHA, R. S.; SILVA NETO, E. **Desenvolvimento de colônias de *Apis mellifera* alimentadas com rações alternativas.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008. (Embrapa Meio-Norte: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 81).

RAMOS, J. M.; CARVALHO, N. C. RAMOS, J. M.; CARVALHO, N. C. Estudo morfológico e biológico das fases de desenvolvimento de *Apis mellifera*. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 6, n. 10, ago. 2007.

RIBEIRO, M. F. **Boas práticas na colheita de mel de abelhas sem ferrão.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. (Embrapa Semiárido: Instruções técnicas da Embrapa Semiárido, 98).

RIBEIRO, M. F. **Criação de abelhas-sem-ferrão no polo Petrolina (PE) – Juazeiro (BA).** Petrolina: Embrapa Semiárido. 2014. 28 p.

RIBEIRO, M. F. **Criação sustentável de abelhas-sem-ferrão.** Petrolina: Embrapa Semiárido. 2017. 21 p.

RIBEIRO, M. F.; BRAGA, J. R.; RODRIGUES, F.; LIMA, C. B. S. Coleção de referência de plantas e grãos de pólen para identificação da origem floral do mel da região de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 19.; CONGRESSO BRASILEIRO DE MELIPONICULTURA, 5., 2012, Gramado. [Anais...]. São Paulo: Apacame, 2012. p. 72.

RIBEIRO, M. F.; COSTA, M. M.; SILVA, L. J. E.; RODRIGUES, F.; VESCHI, J. L. A. Análise microbiológica do mel de mandaçaia (*Melipona mandacaia*) na região de Petrolina (PE) Juazeiro (BA). In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 9., 2010, Ribeirão Preto. [Anais...] Ribeirão Preto, 2010. p. 574-574.

RIBEIRO, M. F.; MOURA, M. S. B. de; SILVA, R. C. S.; SOUSA, F. C. Canplaster covers provide better conditions for honey bee hives at semiarid regions. In: CONGRESO INTERNACIONAL APIMONDIA, 42., 2011 [Anais...] Buenos Aires: Apimondia, 2011. 1 CD ROM.

RIBEIRO, M. F.; RODRIGUES, F.; FERNANDES, N. de S. A mandaçaia (*Melipona mandacaia*) e seus hábitos de nidificação na região do polo Petrolina (PE) - Juazeiro (BA). **Mensagem Doce**, 115, mar. 2012. Disponível em: <<http://www.apacame.org.br/mensagendoce/115/artigo2.htm>>. Acesso em: 10 abr. 2016.

RIBEIRO, M. F.; RODRIGUES, F.; FERNANDES, N. de S. Ocorrência de ninhos de abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae) em centros urbanos e áreas rurais do Pólo Petrolina (PE) Juazeiro (BA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA,

6.; CONGRESSO LATINOAMERICANO DE AGROECOLOGIA, 2., 2009. [Anais...]. Curitiba, 2009. p. 4456-4460.

RIO GRANDE DO SUL (Estado). Secretaria de Meio Ambiente. Instrução Normativa SEMA nº 3 de 29 novembro de 2014. Institui e normatiza a criação e conservação de meliponíneos nativos (abelhas sem ferrão), no Estado do Rio Grande do Sul. **Diário Oficial do Estado**, 1 dez. 2014.

RODRIGUES, A. G. L.; MARCHINI, L. C.; HADDAD, M. de L. Índice de diastase e HMF de mel extraído de colmeias expostas diretamente ao sol e à sombra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 11., 1996, Teresina. **Resumos...** Teresina: Confederação Brasileira de Apicultura, 1996. p. 342.

RODRIGUES, F.; LIMA, C. B. S.; RIBEIRO, M. F.; BRAGA, J. R. Eficiência de diferentes tipos de vinagre no controle de forídeos (Diptera, Phoridae) em colmeias de abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 29., 2012, Salvador. **Anais...** Salvador: CBZ, 2012.

SOUZA, E. da S.; REIS, F. L. A. M; REIS, I. T.; ROCHA, V. de P. T.; FURTADO, D. A. Avaliação da cobertura de material reciclado como isolante térmico de colméias Langstroth. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DE ENGENHARIA E AGRONOMIA, 2015, Fortaleza. [Anais...] Fortaleza: Contecc, 2015. p. 1-4.

SOUZA, M. de F. P. de. **Influência da cor e material de cobertura de caixas sobre a temperatura interna e desenvolvimento de colônias de *Apis mellifera* no vale do Submédio São Francisco.** 2014. 69 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do São Francisco.

TAUTZ, J.; MAIER, S.; GROH, C.; RÖSSLER, W.; BROCKMANN, A. Behavioral performance in adult honey bees is influenced by the temperature experienced during their pupal development. **PNAS - Política Nacional de Assistência Social**, v. 12, n. 100, p. 7343-7347, 2003. DOI: 10.1073/pnas.1232346100.

VISSCHER, P. K.; CRAILSHEIM, K.; SHERMAN, G. How do honey bees (*Apis mellifera*) fuel their water foraging flight? **Journal of Insect Physiology**, v. 42, n. 11-12, p. 1089-1094, Nov.-Dec.1996. DOI: 10.1016/S0022-1910(96)00058-3.

WINSTON, M. L. **A biologia da abelha.** Porto Alegre: Magister, 2003. 276 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Air quality guidelines – global update 2005.** Copenhagen, 2005. Disponível em: <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf>. Acesso 16 abr. 2016.

Capítulo 11

Piscicultura na agricultura familiar

Daniela Ferraz Bacconi Campeche

Luiz Carlos Guilherme

O Semiárido brasileiro e as áreas dependentes de chuva podem, a princípio, parecer sem aptidão para a piscicultura, e sua população pode parecer não se interessar por essa atividade econômica. No entanto, a criação de peixes é muito desejada pelos produtores rurais, principalmente como atividade que complementa a segurança alimentar (já que toda piscicultura gera alimentos proteicos de alto valor biológico, contribuindo para a nutrição da população local) e a renda da família. Diversas espécies de peixes podem ser criadas nessa região e em diferentes corpos d'água, resultando em formas variadas de produção.

Na década de 1970, quando se iniciou a piscicultura no Nordeste, houve a importação de tilápia e carpa para o Brasil pela atuação do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) do governo brasileiro. Na mesma década, foi criada a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf), empresa do governo federal que atua na piscicultura, principalmente na área de reprodução de espécies nativas e exóticas. A Codevasf atua também na distribuição de peixes para comunidades, associações de produtores rurais e assentamentos e em ações de repovoamento nos rios São Francisco e Parnaíba. Portanto, pode-se dizer que, a partir desse período e da atuação conjunta dessas duas instituições federais, a piscicultura teve início no Brasil, nas áreas do Semiárido brasileiro dependentes de chuva.

Diferentes gerações já vivenciaram a atividade que hoje existe na região, tanto em forma de produção para a subsistência quanto em sistema superintensivo, em criações que geram emprego e renda local.

Sabe-se que nem todas as localidades onde há atividades de agropecuária dependente de chuva são propícias para qualquer sistema de piscicultura. Portanto, antes de recomendar um sistema de criação para um produtor ou até mesmo para cada região no Semiárido, diferentes aspectos devem ser levados em consideração. O principal é a disponibilidade e a qualidade da água (Porto et al., 2004). Outros aspectos também devem ser levados em consideração, dentre os quais se podem citar: o perfil do solo, a distância de um centro de reprodução de peixes e a preferência do consumidor por determinada espécie de peixe. Além disso, é preciso considerar a aptidão do produtor rural pela piscicultura e sua intenção ao iniciar a atividade. Alguns sistemas são mais complexos do que outros e demandam maior dedicação, esforço e aporte financeiro.

Dessa forma, neste capítulo, serão abordados os principais aspectos da piscicultura para ser implantada em áreas dependentes de chuva no Semiárido brasileiro.

Espécies aptas para criação

No último levantamento estatístico realizado pelo extinto Ministério da Pesca e Aquicultura (Brasil, 2011), foram descritas mais de 70 espécies de peixes produzidas no Brasil, diversidade que se justifica pela imensa fauna existente nas bacias hidrográficas brasileiras. Dentre as espécies elencadas nesse ranking, mais de 10 podem ser citadas como aptas à criação no Semiárido, entre essas: piau (*Megaleporinus obtusidens*), pacamã (*Batrachoides surinamensis*), matrinxã (*Brycon cephalus*), cari (*Rhinelepis áspера*), traíra (*Hoplias malabaricus*), surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*) e até pira-rucu (*Arapaima gigas*). No entanto, neste capítulo, somente serão descritas as características das principais espécies que são hoje criadas e que têm melhor adaptação aos diferentes sistemas de criação em áreas dependentes de chuva no Semiárido brasileiro.

De modo geral, as espécies que são próprias para cultivo devem ter como características desejáveis: crescimento rápido, rusticidade no manejo,

resistência a doenças, tolerância a diferentes densidades de estocagem e a baixas concentrações de oxigênio (O_2), além de baixa taxa de conversão alimentar (Souza; Teixeira Filho, 1985; Castagnolli, 1992) e facilidade de reprodução em cativeiro (para que não falte a oferta de alevinos da espécie escolhida pelo produtor). A cultura regional (Campeche et al., 2011a) e o hábito alimentar dos consumidores locais balizarão o produtor na escolha da espécie a ser produzida.

Tilápia

A tilápia (Figura 1) é um peixe originário do continente africano, especificamente da bacia do rio Nilo. Várias espécies de tilápia foram introduzidas no Brasil e logo já foram consideradas como pragas por serem de fácil proliferação (a fêmea desse peixe está apta à reprodução a partir de 30 g). A espécie de tilápia mais produzida no Brasil é a *Oreochromis niloticus* ou a tilápia-do-nilo. Dela se originaram linhagens melhoradas, como a tilápia-tailandesa (*Oreochromis niloticus*), originada do continente asiático.



Foto: Daniela F. B. Campeche

Figura 1. Tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*).

A partir do fim da década de 1980, iniciaram-se, na Europa, pesquisas para viabilizar a técnica de reversão sexual de tilápia. Nessa prática, implantada amplamente no Brasil na década de 1990, os animais, após a

eclosão, passam a receber ração com hormônios masculinizantes, que os tornam machos; assim, eles não se reproduzem. A taxa de sucesso desse procedimento é de 90% a 98%. Foi só a partir da disseminação dessa tecnologia que a tilápia passou a ser reproduzida e cultivada em larga escala mundialmente.

O sucesso da produção da tilápia-do-nilo se deve ao conjunto de características da espécie, como o caráter produtivo, a qualidade da carne, o ótimo desempenho zootécnico em diversos sistemas de produção (chegando a 800 g em 6 meses no Nordeste brasileiro) e o crescimento fácil em sistemas de policultivo com outras espécies. O melhor desempenho é registrado em águas com temperaturas que variam entre 26 °C e 28 °C. A tilápia alimenta-se naturalmente de plâncton e responde, de forma satisfatória, ao consumo de qualquer tipo de ração para peixes, além de ser rústica, resistente a doenças e de fácil manejo. A carne desse peixe não possui espinhos intramusculares e é fácil de filetar quando o peixe está acima de 800 g.

Quando criada em sistema extensivo consumindo apenas o alimento natural e estocada em baixa densidade, a tilápia pode produzir de 150 kg ha⁻¹ a 500 kg ha⁻¹ por ano. Em sistema semi-intensivo, ou seja, com pouca alimentação suplementar e em baixa densidade, pode produzir de 500 kg ha⁻¹ a 10.000 kg ha⁻¹ por ano. Em sistemas superintensivos, como em tanques-redes, pode chegar a 100 kg m⁻³ em 8 meses. Esses valores dão uma breve noção de que a produtividade da tilápia é totalmente dependente do sistema de produção, da densidade e da alimentação que é fornecida, aliados ao manejo e ao cuidado do produtor.

Tambaqui

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Figura 2) é a espécie nativa do Brasil mais produzida atualmente. É originária da bacia do rio Amazonas, mas já está presente na bacia do rio São Francisco. É uma espécie apta e desejável para cultivo em regiões de produção dependente de chuva no Semiárido.

Entre as principais características da espécie, podem-se citar a rusticidade, a tolerância a ambientes com baixa concentração de O₂ e altas

temperaturas, além do hábito alimentar frugívoro e zooplânctofago. Isso significa que o tambaqui se alimenta bem de ração de baixo valor proteico, de qualquer alimento que estiver disponível no ambiente ou de frutas e hortaliças fornecidas, o que é excelente para o produtor da região semiárida. O tambaqui apresenta rápido ganho de peso, podendo chegar a mais de 1 kg em 1 ano em sistema semi-intensivo. Tem carne firme, sabor suave e já é amplamente conhecido e consumido no Semiárido brasileiro.



Foto: Daniela F. B. Campeche

Figura 2. Tambaqui (*Colossoma macropomum*) despescado em um açude temporário na zona rural do município de Petrolina, PE.

Curimatã

O curimatã, também conhecido popularmente por curimbatá (*Prochilodus argenteus*) (Figura 3) é espécie nativa do rio São Francisco e já se espalhou por outros rios do Nordeste brasileiro. Embora o sabor da carne e a presença de espinhas intramusculares não agradem a muitos consumidores, o curimatã é muito apreciado pela população de zonas ribeirinhas e do Semiárido por fazer parte do consumo alimentar há muitas gerações. Essa espécie de peixe se alimenta do que pode ser encontrado (algas e detritos) no fundo de rios, barragens e açudes, raspando pedras. Esse peixe aceita muito bem ração e, dependendo do sistema de criação e do manejo alimentar, pode atingir até 1 kg em 1 ano, com tamanho aproximado de 30 cm a 35 cm.

Foto: Rozzano Antônio Cavalcanti
Reis de Figueiredo



Figura 3. Curimbatá (*Prochilodus argenteus*).

Carpa

As carpas criadas no Brasil são de origens chinesa e india e se adaptaram muito bem às condições brasileiras. A carpa-comum (*Cyprinus carpio*) é de origem chinesa e de ambiente bentônico, ou seja, vive no fundo do corpo d'água e se alimenta de vermes e larvas. Já a carpa-cabeça-grande (*Hypophthalmichthys nobilis*) tem hábito alimentar filtrador e herbívoro, isto é, se alimenta de plâncton e vegetais presentes na água. É uma espécie própria para criações extensivas devido ao lento desenvolvimento e à rusticidade. A carpa-prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) também é filtradora, enquanto a carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*), como o próprio nome comum indica, é herbívora e muito desejada para viveiros de policultivo e reservatórios de água para irrigação. A carpa-capim também tem hábito frugívoro, ou seja, se alimenta de frutas, o que certamente pode ser uma vantagem para o produtor do Semiárido.

O hábito alimentar herbívoro e onívoro das carpas é uma vantagem para o produtor já que, se forem criadas em sistemas semi-intensivo, demandam rações de baixo valor proteíco, que custam menos para o produtor. Atualmente, as carpas cultivadas no Semiárido brasileiro, especificamente nas regiões de produção agropecuária dependente de chuva, estão restritas a sistemas extensivos ou semi-intensivos existentes em barragens e açudes. Nesses locais, podem ser criadas em uma densidade média de 1.500 peixes por hectare. A Codevasf atualmente é a instituição que faz a reprodução e a distribuição de carpas na região.

Piscicultura no Semiárido

A escolha do sistema de criação de peixes pode depender de: a) objetivo do produtor: alimentação para subsistência, pescaria para lazer ou venda para geração de renda extra; b) disponibilidade de água na propriedade, pois a quantidade de água disponível deve sustentar o sistema de criação escolhido; e c) disponibilidade de recursos financeiros para a atividade. Além desses fatores, é necessário que o produtor tenha força de vontade e aptidão para atuar na atividade.

Independentemente do sistema de criação utilizado, são essenciais alguns cuidados básicos com os alevinos. Antes de adquiri-los, deve-se escolher fornecedor (empresa ou instituição que faz a reprodução de peixes e fornece os alevinos) com boas referências. Isso porque, se os alevinos forem provenientes de locais que não fazem manejos alimentar, reprodutivo e sanitário adequados, certamente terão baixa taxa de sobrevivência.

O transporte até a propriedade da criação também deve ser feito de forma adequada (como acondicionamento em sacos plásticos com água e oxigênio ou em caixas de fibra de vidro chamadas *transfish*) e sempre nos primeiros horários da manhã para evitar o calor excessivo (Figura 4). Ao chegarem à propriedade da criação, os alevinos devem ser colocados em uma mistura parcial da água do cultivo com a água do transporte para que se habituem à nova água. Esse procedimento (denominado aclimatação) evita a mortalidade dos alevinos devido ao choque de temperatura e à diferença da qualidade da água.

Ambiente de criação

Independentemente do sistema de criação, algumas considerações sobre o ambiente de criação serão feitas de forma geral, pois afetam todos os sistemas. Existe uma cadeia alimentar própria do ambiente aquático, da qual todos os peixes dependem de forma direta ou indireta (Figura 5). A produção de algas e plantas é essencial para o equilíbrio aquático e, dependendo do sistema e da espécie elegida para a criação, os peixes irão se alimentar delas. Esses peixes, por sua vez, poderão alimentar o homem ou servir de alimento para outros peixes que irão, então, alimentar o homem.

Foto: Daniela F. B. Campeche



Figura 4. Peixamento realizado em barragem de um assentamento agrícola.

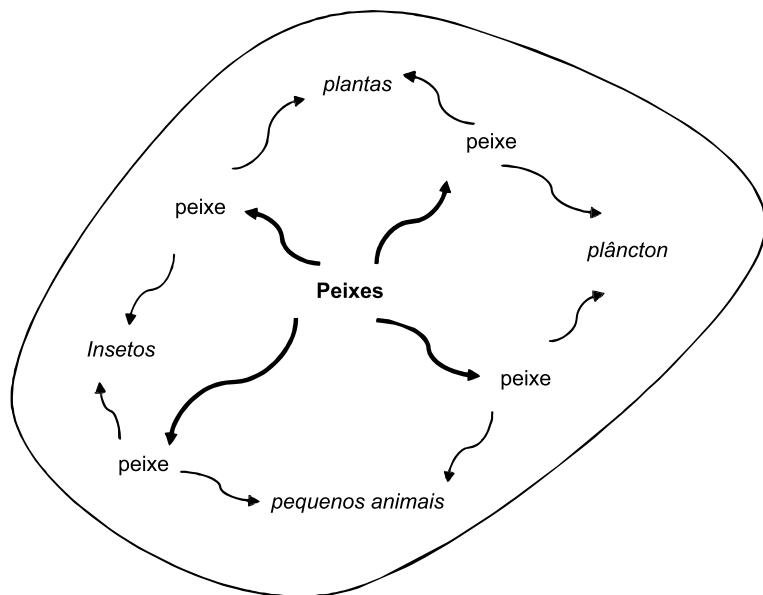


Figura 5. Esquema da cadeia alimentar existente dentro de um ambiente aquático.

Ilustração: Daniela F. B. Campeche.

Um conceito essencial para o dimensionamento de um sistema de produção é o de capacidade de suporte (CS). De modo bem simplificado, pode-se dizer que é a quantidade máxima de biomassa de peixe (em quilogramas) que pode ser mantida e produzida em um volume ou área de água. A disponibilidade de nutrientes na água, a qualidade da água, a(s) espécie(s) que é(são) produzida(s), o tipo de alimento fornecido e a densidade de estocagem estão entre os principais fatores que alteram a CS em um sistema de criação de peixes.

Dimensionar a CS para cada criação de forma específica é resultado de um trabalho individual de observação e experimentação por parte de cada produtor, mas que deve sempre ser orientado por um técnico capacitado. A CS é alcançada quando se está produzindo a maior quantidade de massa por volume ou área, mantendo os parâmetros de qualidade de água dentro do ideal para o desenvolvimento da espécie elegida (Figura 6). Quanto mais se aumentar a CS de um sistema de produção, maiores serão o gasto, o cuidado e a complexidade da produção. Valem sempre algumas dicas, que podem ajudar o produtor e/ou o técnico. Por exemplo, sabe-se que as maiores biomassas podem ser alcançadas em criações de peixes que se alimentam de plantas e/ou filtram plâncton.

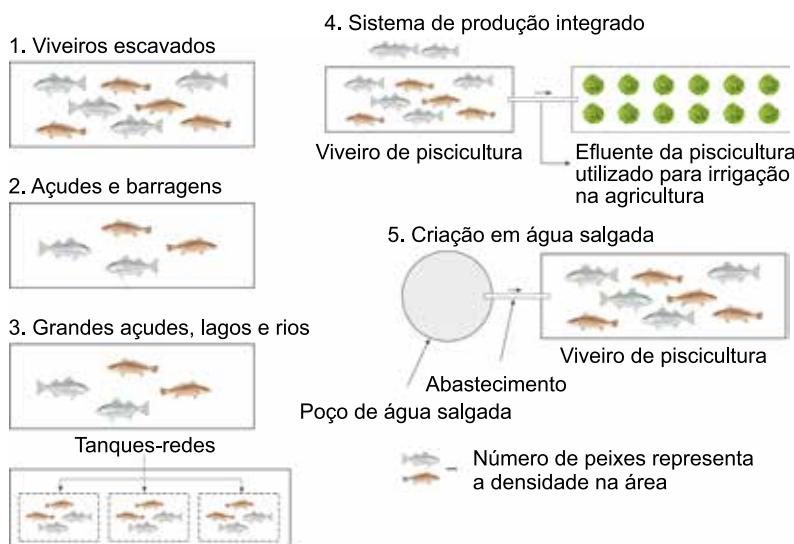


Figura 6. Desenho esquemático das densidades comparadas nos diferentes sistemas apresentados.

O policultivo é a criação de várias espécies de peixes juntas. Quando é dimensionado um policultivo de espécies resistentes à baixa qualidade da água (o que é muito comum em açudes e barragens), também se pode favorecer uma maior biomassa por unidade de área. Nesses ambientes, o crescimento é limitado pela falta de renovação da água. Portanto, as maiores produtividades são resultado da densidade de estocagem ideal e contínua de alevinos ao longo do tempo de criação nas diferentes fases de crescimento aliada à prática de despesa parcial.

O crescimento pode ser mensurado pela taxa de crescimento, que é medida pela massa (em gramas) que um peixe ganha em 1 dia. Fatores como o sistema de produção, a alimentação, a qualidade da água e a densidade de estocagem influenciam diretamente essa taxa de crescimento. Também é importante o produtor ter o entendimento de que espécies diferentes têm taxas de crescimento diferentes e produzem biomassa a taxas diferentes.

Sistemas de criação

Com o intuito de oferecer uma leitura mais didática, serão citados, nesta seção do capítulo, os sistemas de criação de peixes em áreas dependentes de chuva no Semiárido brasileiro com os quais a Embrapa tem alguma experiência em atuação. Para a criação com os propósitos abordados neste capítulo, serão disponibilizadas informações para a criação nas fases de crescimento inicial e terminação de peixes.

Viveiros escavados

A piscicultura praticada em viveiros escavados é uma das mais tradicionais e de fácil manejo. No entanto, o produtor, ao escolhê-la, deve levar em consideração dois fatores primordiais: a) a origem e a disponibilidade da água para o abastecimento; e b) o perfil do solo, de preferência semipermeável, sendo o ideal a textura argiloarenosa. Se houver disponibilidade de água, mas o solo for muito arenoso, pode-se usar de outras técnicas, como revestir o viveiro com lona plástica. Pode-se também construir tanques, que são viveiros com paredes revestidas de argamassa, solo-cimento, alvenaria ou concreto.

A construção de viveiros para a criação de peixes é uma obra de engenharia e envolve alguns cuidados básicos. Por isso, o ideal é que seja acompanhada por um técnico que avaliará as condições locais e fará a melhor recomendação de dimensionamento e construção. A área de construção será mais bem aproveitada se o viveiro construído tiver a forma quadrada ou retangular. Os terrenos para construção devem ser preferencialmente planos ou com leve declive para que o abastecimento e a drenagem ocorram por gravidade. As paredes devem ser inclinadas em um ângulo de 45° preferencialmente e, se possível, devem ter vegetação nas bordas para impedir o desmoronamento (Castagnolli, 1992).

O tamanho do viveiro dependerá muito do propósito do produtor, bem como da sua disponibilidade financeira e de alevinos para a criação. A(s) espécie(s) elegida(s) também influencia(m) esse dimensionamento. Já se observaram, no Semiárido, viveiros de tamanhos variados a partir de 200 m² e com sucesso de manejo pelo produtor. A densidade de estocagem também depende da espécie, do caráter (mono ou policultivo), do fluxo de água e do manejo alimentar a ser adotado. Como exemplo, podem-se mencionar densidades de 0,5 peixe por metro quadrado a 2 peixes por metro quadrado.

Na região semiárida, os viveiros podem ser abastecidos com água da chuva ou de poço. Águas de poços são normalmente pobres em O₂ e têm altos teores de gás carbônico (CO₂) e gases de nitrogênio. A incorporação de O₂ na água pode ocorrer de forma mecânica (Porto et al., 2004) durante o abastecimento. A taxa de renovação diária é praticamente nenhuma quando é feita com água de chuva. Com água de poço, a depender da vazão, a taxa de renovação pode ser de 1% ao dia. Se o poço for de alta vazão e dependendo da capacidade de gestão da produção, a taxa de renovação pode chegar a 35%. Essa taxa pode ser simplesmente resultado de uma reposição pela perda de evaporação e/ou infiltração.

Na piscicultura em viveiros, dependendo da qualidade da água, poderá ser necessário fazer calagem para corrigir o valor do pH da água. Águas que forem muito ácidas ou básicas comprometerão a produção de plâncton, que serve de alimento para os peixes, e poderão comprometer o crescimento dos peixes, pois alteram a sua fisiologia. Para a calagem para a correção do pH do solo e/ou desinfecção do viveiro, que deve ser feita com

o viveiro seco, podem ser usados: cal virgem, cal apagada, conchas moídas ou calcário moído. O viveiro poderá ser cheio com água 15 dias após a aplicação do corretivo. A calagem com o viveiro cheio de água é recomendada quando há matéria orgânica em excesso. Na Tabela 1, está a recomendação de calagem para elevar o pH de viveiros com fundos arenosos e pequena camada de argila ou lodo.

Tabela 1. Recomendação de calagem com óxido de cálcio (CaO) para elevar o pH de água de viveiros com fundos arenosos e pequena camada de argila ou lodo.

| pH da água | Recomendação de CaO (kg ha^{-1}) |
|------------|---|
| 5,5-6,0 | 1.000 |
| 6,0-6,5 | 500 |
| 6,5-7,0 | 200 |
| 7,0-7,5 | 100 |

Fonte: Castagnolli (1992).

Açudes e barragens

A piscicultura em açudes e barragens no Semiárido brasileiro pode ser traduzida como a essência da atividade em sua forma extensiva (Figura 7). Esse fato se deve à existência desses corpos d'água na região, que servem para prover água para animais e agricultura no período da seca. Muitas vezes, esse recurso hídrico também pode ser utilizado para uso doméstico. A depender da qualidade da água e do solo, não há impedimento para a criação de peixes nesses ambientes.

Nesse sistema de criação, a densidade de animais por área é muito baixa e, consequentemente, a produtividade também será (Campeche et al., 2009). Na literatura, há recomendações de 500 peixes por hectare a 1.000 peixes por hectare, que podem gerar em torno de 500 kg ha^{-1} a 1.000 kg ha^{-1} em cada ciclo de 12 a 18 meses.

No sistema de açudes e barragens, o alimento dos animais é o que está disponível no ambiente e, quando são fornecidos ração ou outros

alimentos disponíveis na propriedade, não há controle dessa alimentação. Nesse sistema, deve-se atentar para o respeito à cadeia trófica para que haja um equilíbrio no ambiente. Sugere-se que 50% das espécies sejam herbívoras (se alimentem de plâncton e/ou plantas aquáticas), 40% sejam onívoras e 10% sejam carnívoras. No entanto, ressalta-se a importância da recomendação do técnico que acompanha o produtor ou mesmo de quem fornece os alevinos, como pode ser o caso de engenheiros de pesca da Codevasf.

Além disso, os peixes não são protegidos contra predadores nesses ambientes. Portanto, os produtores praticamente não modificam o ambiente natural do sistema, e as intervenções humanas se limitam ao povoamento e à pesca.

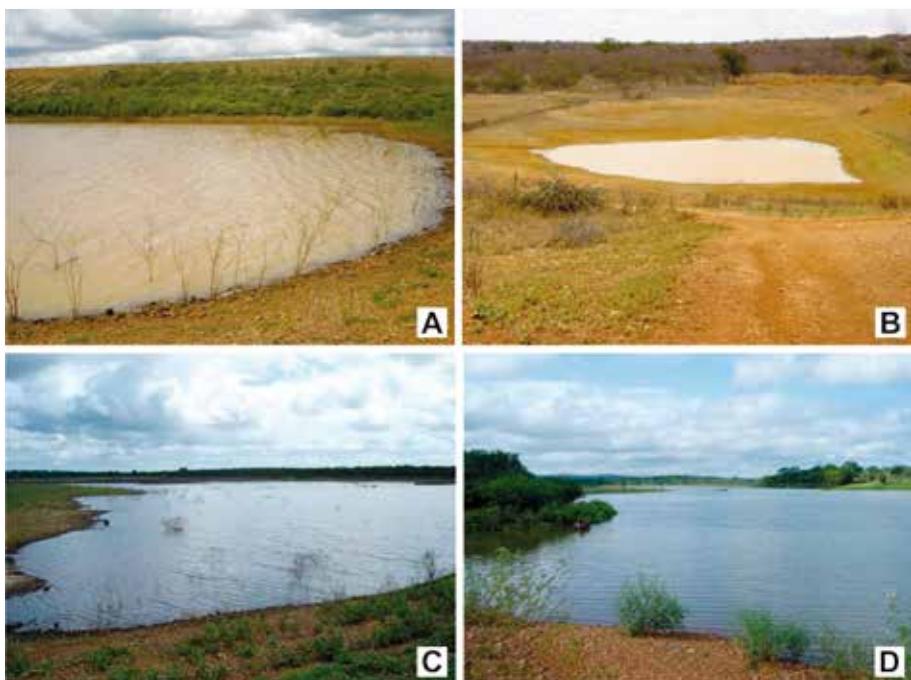


Figura 7. Açude com qualidade de água não própria para a produção de peixes em época de cheia (A) e no fim do período de estiagem (B); açude com qualidade de água própria para a produção de peixes (C); açude apto à produção de peixes (D).

Esse sistema de criação é propício para o policultivo de espécies, mas também pode ser adotado na criação de uma única ou somente duas

espécies de peixes. Todas as espécies citadas neste capítulo na seção Espécies Aptas para Criação são recomendadas para esse sistema.

É importante ressaltar que açudes e barragens são muito sensíveis ao clima e podem rapidamente secar. Se a densidade de estocagem for muito alta, os peixes poderão morrer subitamente e em grande quantidade por falta de O₂. Diante disso, o produtor deve estar atento à diminuição da água na barragem ou açude para que os peixes possam ser despescados preferencialmente de forma parcial.

De modo geral, esse é um sistema de criação altamente recomendado para a população rural no Semiárido porque representa uma oportunidade de consumo de alimento de alto valor proteico e um aumento da produtividade da água na geração de alimento. O importante é ter o cuidado e a atenção de otimizar esse sistema, sempre povoando cada barragem ou açude específico na densidade correta. Outra condição essencial é que a barragem ou açude não receba nenhum tipo de despejo de esgoto doméstico.

Grandes açudes, lagos e rios

Grandes açudes, lagos e rios são ambientes aquáticos propícios para cultivos denominados intensivos ou superintensivos, pois são cultivos em tanques-redes. Embora considerado intensivo, o que pode demandar alto investimento inicial, o cultivo intensivo pode ser praticado pelo pequeno produtor rural para aumento da renda familiar. Essa situação acontece comumente em algumas regiões do Semiárido por meio de associações.

Os grandes açudes e lagos no Semiárido brasileiro foram construídos pelo governo federal a partir da década de 1960. Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), no Nordeste brasileiro, existem mais de 500 grandes reservatórios de água, que raramente secam ou sangram e servem a usos múltiplos. A depender da área, esses reservatórios podem ter os parâmetros abióticos de qualidade da água alterados ao longo do ano em função das estações, e isso requer muita atenção do produtor.

É desejável que esses ambientes tenham as seguintes características: profundidade superior a 5 m, águas azuis ou verdes (transparência elevada), baixas concentrações de nutrientes e poucos sedimentos com matéria orgânica, O₂ dissolvido abundante em todas as camadas (acima de 4 mg L⁻¹) e pouca biomassa de fitoplâncton (transparência elevada).

Essas características são encontradas em regiões do rio São Francisco, como nos lagos Sobradinho (Figura 8), Itaparica e Moxotó.



Foto: Daniela F.B. Campeche

Figura 8. Área de uma associação de produtores de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em tanques-redes às margens do lago de Sobradinho, BA.

Embora os rios sejam abundantes em águas correntes, podem ter algumas características que inviabilizam a criação de peixes. A principal dentre elas é a correnteza, que faz com que os tanques-redes não fiquem estáticos, além de fazer com que os peixes tenham um gasto energético muito grande para se manter no corpo d'água. Portanto, antes de instalar tanques-redes na beira de rios, é importante observar o fluxo da correnteza, que pode ser longitudinal ou transversal em relação à margem. Em uma área de tanques-redes de uma associação de produtores familiares do município de Santa Maria da Boa Vista, PE, a equipe da Embrapa Semiárido observou que os tanques-redes foram instalados em curva do rio São Francisco, considerada um lugar inapropriado. Em menos de 6 meses de produção, os tanques-redes estavam envergados, e os animais tiveram alto consumo de ração e alta taxa de conversão alimentar³ decorrentes do gasto energético

³ A taxa de conversão alimentar mostra a relação entre a quantidade de alimento que foi ingerido pelo animal e o seu crescimento. Quanto maior for essa taxa, mais alimento o animal teve que ingerir para crescer.

que estavam tendo. Ao instalar tanques-redes em margens de rios, também é importante observar a transparência da água ao longo do ano. Sólidos em suspensão decorrentes da turbulência da correnteza podem ficar aderidos nas guelras dos peixes, levando os animais à morte por asfixia. Portanto, zonas de remanso são as mais apropriadas, desde que tenham profundidade adequada. Não menos importante é observar se o local previsto para a instalação não está logo após uma cidade ou qualquer ponto de recepção de esgoto doméstico, urbano e/ou industrial.

A criação em tanques-redes é chamada de intensiva porque nela os peixes dependem do manejo do produtor, e 100% da alimentação é composta de ração comercial. Como a tilápia é uma espécie filtradora, sabe-se que, a depender da biomassa de plâncton na área de cultivo, ela pode também filtrar o que está na água. Embora essa situação ajude a diminuir a taxa de conversão alimentar, o excesso de plâncton pode ser perigoso, pois consome muito O₂ à noite. Esse O₂ normalmente é essencial aos peixes.

A densidade de criação de tilápia atualmente adotada na região do Submédio do Vale do Rio São Francisco varia entre 100 kg m⁻³ e 120 kg m⁻³. É importante ressaltar que essa alta densidade é praticada em áreas de cultivos comerciais, o que demanda um grande aporte de recurso financeiro. Ao fim de um ciclo de 8 a 10 meses de cultivo de tilápia em tanques-redes, a taxa de conversão alimentar pode variar entre 1,6 e 1,9.

Para um sistema de produção apropriado para o pequeno produtor e/ou para a produção de subsistência, a densidade praticada deve ser bem inferior. Mesmo com baixa densidade, nesse sistema, os peixes são dependentes de ração comercial. Embora haja a necessidade de um aporte financeiro por parte do produtor, é importante verificar o custo-benefício da implantação desse sistema quando há a oportunidade de se aproveitar o recurso hídrico disponível para a geração de alimento.

Sistema de produção integrada

A integração entre a agricultura e a aquicultura certamente aumenta a eficiência produtiva em uma pequena propriedade rural, principalmente quando a disponibilidade de determinado recurso é limitada, como no caso da água. Essa prática já é implementada em áreas do Semiárido brasileiro

onde há agropecuária dependente de chuva, como no caso das regiões atendidas pelo Programa Água Doce (Figura 9).



Foto: Daniela F.B. Campeche

Figura 9. Unidade de sistema de produção integrada do Programa Água Doce no estado do Rio Grande do Norte em que a água proveniente do efluente de criação de tilápia (*Oreochromis niloticus*) irriga a erva-sal (*Atriplex nummularia*), que é usada como forragem complementar para caprinos e ovinos.

Também está se tornando comum ver, em algumas propriedades do Semiárido que produzem caprinos e ovinos, uma pequena barragem feita para irrigar a palma (*Opuntia stricta*) e onde é colocada uma pequena quantidade de peixe (Figura 10). Normalmente, se colocam tambaqui, curimatã e tilápia. Como observações em campo desse sistema estão sendo realizadas pela Embrapa Semiárido, ainda não há recomendações técnicas precisas. As vantagens desse sistema são o aproveitamento do recurso hídrico para a produção de alimento proteico e o aumento do aporte de matéria orgânica para a produção da palma.

A produção de peixes em águas que serão utilizadas para a irrigação de culturas em pequena escala e/ou de subsistência já é realizada em países asiáticos e africanos desde tempos antigos. No Brasil, desde a década de 1980, esse sistema de produção integrada já é adotado. Em regiões semi-áridas especialmente, essa prática resulta em maximização dos recursos

Foto: Daniela F. B. Campeche



Figura 10. Barreiro de uma propriedade particular no interior de Pernambuco na qual o produtor aproveitou para colocar peixe.

hídricos para a produção de alimento, o que é algo altamente desejado, pois a água da piscicultura é fonte de fertilizantes para as plantas. Essa integração proporciona, então, a reutilização não só da água, mas também dos nutrientes. Embora as quantidades de nitrogênio e fósforo nessa água possam variar muito (a depender de densidade, manejo alimentar e espécies de peixes criadas), suas formas estão prontamente disponíveis para as plantas. No entanto, pode haver uma limitação na capacidade do solo em absorver esses nutrientes.

Criação em água salobra

Embora várias espécies de peixe de água doce consigam sobreviver em água salobra, poucas conseguem ter bom desenvolvimento. As espécies que crescem bem são as que têm boas adaptações fisiológicas para isso. A mais popular nesse sistema é a tilápia-do-nilo, que é amplamente criada em água salobra em países como Israel e Egito. Em experimento realizado na Embrapa Semiárido, verificou-se que a tilápia-tailandesa tem desempenho superior ao da tilápia-do-nilo da linhagem Red Koina (Campeche et al., 2011b) quando cultivada em água salobra.

Uma das principais vantagens desse sistema no Semiárido brasileiro é a oportunidade de produzir alimento de alto valor proteico com um recurso hídrico que não poderia ser aproveitado para outra produção animal ou agrícola. Com água proveniente de poços, pode-se produzir peixe em qualquer época do ano, o que mantém uma oferta constante de produto caso o produtor deseje ter essa atividade como fonte de renda familiar. A criação em água salobra é, portanto, um sistema de produção constante ao longo do ano e cuja necessidade de mão de obra pode ser pequena.

Um sistema de produção de tilápia em água salobra foi desenvolvido na Embrapa Semiárido como parte de um projeto para atender à necessidade de uso de efluente de dessalinizadores no Semiárido brasileiro (Figura 11). Nele, a água proveniente de poço salinizado é utilizada para abastecer viveiros revestidos de geomembrana de PVC com área de 300 m². O propósito do revestimento é não salinizar o solo. A densidade adotada nesse sistema é de 2 tilápias por metro quadrado, e a ração para alimentação diária é fornecida a uma taxa de 3% do peso total dos peixes no tanque (biomassa). No entanto, a densidade pode ser reduzida para 0,5 tilápia por metro quadrado a 1,5 tilápia por metro quadrado. A menor densidade



Foto: Daniela F. B. Campeche

Figura 11. Viveiro no modelo do sistema de criação de tilápia-do-nilo em água salobra adaptado pela Embrapa Semiárido.

favorece o crescimento mais rápido, e as tilápias se alimentam também das algas disponíveis no sistema. A depender do dimensionamento e do manejo, os peixes atingirão o peso ideal para a despensa em 8 a 12 meses. Esse sistema já está implantado e é produtivo em algumas comunidades nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Ceará, por exemplo.

Sisteminha Embrapa-UFU-Fapemig

O Sisteminha desenvolvido em parceria pela Embrapa, Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) é um sistema integrado para a produção de alimentos dimensionado para a segurança e soberania alimentar familiar. O elemento central é um tanque de criação de peixes, que é construído artesanalmente de modo a aproveitar os materiais disponíveis no entorno das propriedades. Ele pode apresentar vários formatos com volume de até 10 mil litros e pode ser construído com materiais diversos, como papelão, taipa, fibra de vidro, plástico, ferro-cimento, alvenaria, etc. O tanque também não tem formas definidas, apesar de os formatos retangular (3,5 m largura x 4,5 m de comprimento x 0,70 m de altura) e circular (raio de 2,2 m e 0,7 m de altura) predominarem. Inicialmente, utilizavam-se muito os tanques feitos com armação de madeira e recobertos com plástico e papelão (Figura 12) ou com taipa (Figura 13) devido ao baixo custo e à facilidade obtenção dos materiais. Atualmente, devido ao baixo preço do cimento e à má qualidade dos plásticos de revestimento, tem-se dado preferência para a construção dos tanques em alvenaria ou placas (Figura 14).

No Sisteminha Embrapa-UFU-Fapemig, a unidade mínima é constituída pelo tanque de peixes com o biofiltro e sedimentador, que pode ser integrado a uma unidade de hidroponia (aquaponia⁴). A água é enriquecida de nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio, cálcio, enxofre, etc., que são reciclados pelas bactérias. A utilização desses nutrientes é que viabiliza o cultivo dos vegetais em aquaponia ou no solo e dispensa a

⁴ A aquaponia é uma derivação do sistema hidropônico, que consiste no cultivo dos vegetais sem o solo. Vários métodos são utilizados nesse tipo de cultivo. A técnica hidropônica conhecida como fluxo laminar de nutrientes tem como princípio básico o cultivo da planta com o sistema radicular parcialmente submerso em um fluxo de solução onde estão dissolvidos todos os nutrientes necessários ao desenvolvimento da planta. Os elementos minerais que nutrem as plantas são dissolvidos na água e fornecidos diretamente às raízes, que os absorvem.



Foto: Luiz Carlos Guilherme

Figura 12. Tanques construídos com material reciclado: madeira e papelão (A) e taipa revestida com plástico (B e C).



Foto: Luiz Carlos Guilherme

Figura 13. Tanques retangulares de taipa (A) e detalhe das amarrações feitas com tiras de garrafa PET (B).



Foto: Luiz Carlos Guilherme

Figura 14. Tanque construído com placas.

compra dos adubos industrializados, assim tornando a atividade resiliente com ênfase na segurança alimentar. Atualmente, o cultivo das hortaliças folhosas (entre as quais se destaca a alface) pode ser feito com a água descartada da criação de peixes. Verifica-se sua utilização também para a produção de hortaliças de fruto, tais como tomate, pimentão, pepino e morango, além de milho (*Zea mays*) para forragem, tubérculos de batata, mudas de fumo e espécies medicinais, aromáticas e condimentares.

Assim, o tanque permite a produção semanal de uma porção de pescado suficiente para alimentar uma família, além de proporcionar a produção de ampla variedade de vegetais, que são irrigados com seus efluentes e resíduos sólidos acumulados no sedimentador. No sedimentador, também são concentradas as fezes e sobras de alimentos dos peixes, que fazem parte da dieta das minhocas (*Eisenia andrei*). No minhocário, ocorre a transformação em húmus de todo o material orgânico produzido no Sisteminha. O húmus é essencial na adubação dos diferentes cultivos vegetais, inclusive na área de pastejo das aves, que ainda é irrigada pela água do tanque de peixes.

A Figura 15 mostra a integração existente entre vários módulos de produção escalonados e dependentes da atividade de piscicultura no Sisteminha. Observa-se que a piscicultura, considerada o coração do Sisteminha, é a origem do maior número de setas, já que afeta diretamente as outras atividades. A compostagem e a minhocultura são os destinos do maior número de setas, pois todos os resíduos orgânicos gerados no Sisteminha são reutilizados nesses módulos. Essa transformação de materiais, ou reciclagem de nutrientes, é chave para a sustentabilidade do sistema. No Brasil, a tilápia-do-nilo é a espécie recomendada para ser criada no Sisteminha devido à sua rusticidade. Nos países africanos como Gana e Uganda, além da tilápia, cria-se o bagre-africano (*Clarias gariepinus*), peixe rústico e de melhor produtividade do que a tilápia.

O Sisteminha Embrapa-UFU-Fapemig pode ser considerado um modelo agrícola sustentável, já que seu princípio está na reciclagem de materiais e nutrientes, desde a construção do tanque até o reaproveitamento dos nutrientes que entram no sistema. Esse sistema respeita as culturas das comunidades que o empregam, já que reflete sua identidade na construção; é dependente majoritariamente de recursos naturais renováveis e não de recursos da economia, que têm caráter finito; trabalha a inclusão social, já

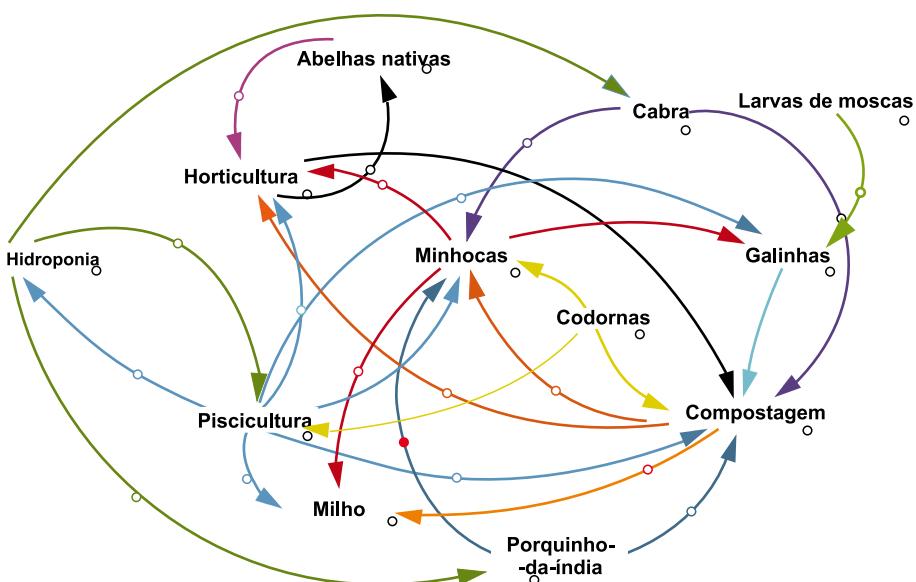


Figura 15. Integração de módulos produtivos dependentes da piscicultura no Sisteminha Embrapa-UFU-Fapemig incluindo cabra (*Capra aegagrus*), galinha (*Gallus gallus domesticus*), codorna (*Coturnix japonica*), minhoca (*Eisenia andrei*), abelha-jataí (*Tetragonisca angustula*), porquinho-da-índia (*Cavia porcellus*) e milho (*Zea mays*).

Ilustração: Luiz Carlos Guilherme.

que emprega toda a família, inclui a mulher e os membros de grupos étnicos minoritários no processo produtivo; resulta em remuneração do trabalho justa e equitativa e em fruto que garante segurança e soberania alimentar. Na Figura 16, é apresentada a variedade de produtos relacionados à integração de módulos dependentes da criação de peixes e que resulta na adequação da família a uma nova realidade de resiliência alimentar.

Do alimento fornecido aos peixes, a porção não digerida nem metabolizada é excretada como resíduo orgânico na forma de sólidos fecais. Esses sólidos fecais, juntamente com os resíduos de alimento não ingeridos, são metabolizados pelas bactérias presentes na água num processo que consome O_2 e gera amônia. Essa amônia necessita ser retirada da água pelo processo de nitrificação da amônia que ocorre no biofiltro e é o coração do Sisteminha. O sistema de filtragem ideal deve ser resistente e de fácil limpeza e ainda apresentar grande superfície de área, ser bem poroso (para

Fotos: Luiz Carlos Guilherme



Figura 16. Variedade de produtos relacionados à integração de módulos dependentes da criação de peixes: produção de galinhas (*Gallus gallus domesticus*) e codornas (*Coturnix japonica*), camarões (*Litopenaeus vanamei*), porquinho-da-índia (*Cavia porcellus*), abóboras (*Cucurbita sp.*) e milho (*Zea mays*).

permitir boa passagem da água), ter baixa fixação de limo e permitir um denso crescimento de bactérias. Essas são responsáveis pelo tratamento dos resíduos e pela remoção dos poluentes. A renovação diária de 5% a 10% da água do Sisteminha ajuda a controlar os níveis de nitrato.

A produção de resíduos sólidos nos sistemas de recirculação depende principalmente do tipo do sistema de cultivo e manejo, da qualidade, tipo e tamanho do alimento usado, além da espécie aquática cultivada. Alimentos não digeridos, de baixa digestibilidade e fezes são as principais fontes de resíduos sólidos produzidos, representando entre 26% e 46% do total do alimento fornecido. Esses fatores contribuem para prejudicar a qualidade da água, o que acaba limitando a quantidade de alimento que pode ser fornecido e a quantidade de peixe que pode ser produzida dentro de um dado regime de aeração. Mesmo que suficiente aeração seja aplicada para prevenir depleção de O₂ dissolvido quando se usa alta taxa alimentar, a produção de peixes será limitada pelas altas concentrações de amônia.

Reducir a quantidade de alimentos em cada alimentação pode reduzir os problemas de baixo teor de O₂.

A ampla variação na concentração de O₂ dissolvido ocorre em tanques utilizados para cultivos intensivos de peixe. A combinação de baixas concentrações de O₂ dissolvido e altas concentrações de CO₂ são particularmente prejudiciais aos peixes. O CO₂ pode ser controlado pela aeração da água, mas concentrações acima de 2 ppm podem causar queda no pH, o que faz aumentar a acidez.

O tamponamento da água é uma forma de evitar que haja alteração significativa de pH. Os carbonatos e bicarbonatos apresentam efeito tamponador, evitando, assim, alterações bruscas no pH da água. A dureza de carbonatos funciona como indicador da estabilidade do pH, ou seja, quanto maior for a quantidade de carbonato, mais estável será o pH. O teste de carbonato associado ao pH serve também como indicador da concentração de CO₂, conforme consta das recomendações dos kits comerciais para análise de água. As bactérias removem carbonatos da água para produzirem a massa bacteriana ao retirarem amônia. A quantidade de amônia retirada no biofiltro reduz a alcalinidade do sistema. Essa alcalinidade deverá ser reposta diariamente.

O tamponamento da água do Sisteminha é feito diariamente colando-se, no sedimentador, uma mistura de cal virgem [CaO (óxido de cálcio)] ou uma mistura de cal hidratada [Ca (OH)₂ (hidróxido de cálcio)] + gesso [sulfato de cálcio (CaSO₄.1/2H₂O)], com 50% de cada um dos produtos. A cada aplicação, utiliza-se uma medida (1 colher de sopa, o que corresponde a 25g) da mistura, que pode ser guardada já pronta. O gesso auxilia na precipitação da matéria orgânica e contribui com um aporte de enxofre. Para manter a qualidade da água no sistema, deve-se submetê-la a quatro processos essenciais de estabilidade:

- Remoção de partículas sólidas, como restos de ração e fezes.
- Filtração biológica para remoção dos resíduos de amônia e nitrito.
- Suprimento adequado do O₂ para a realização das reações metabólicas.
- Tamponamento do pH. Os peixes sobrevivem bem sob pH entre 6,5 a 9. As bactérias que degradam a amônia são inibidas por pH

abaixo de 6,8, enquanto as plantas em hidroponia se ajustam às soluções com pH 6,5. A cal e o gesso tamponam a água em pH 8,3.

O manejo alimentar é simples. No entanto, os produtores familiares nem sempre conseguem, no mercado local, as rações para cada uma das fases de desenvolvimento dos peixes. Nesse caso, o produtor pode comprar uma ração extrusada para engorda de peixes, que geralmente tem péletes de 2 mm a 3 mm. Para a fase inicial, o produtor deverá moer a ração antes de fornecê-la para os alevinos. O consumo total ficará em torno de 40 kg a 50 kg (dois sacos) para produzir 30 kg de peixes (150 peixes com 200 g cada um). Os alevinos com até 10 g (com 0 a 30 dias de vida) serão alimentados quatro vezes ao dia e receberão ração multiparticulada com teor igual ou superior a 40% de proteína bruta na proporção de 10% do seu peso vivo. O consumo total desse tipo de ração no período de 30 dias será de aproximadamente de 2,5 kg. A próxima fase, em que os peixes pesam entre 10 g e 50 g, é chamada de recria inicial. Nela, os animais receberão ração com 40% de proteína bruta, com péletes de 2 mm a 3 mm na proporção de 5% do peso vivo em quatro tratos diários. O consumo total, no período de 30 dias, será de aproximadamente 10 kg de ração. A última fase de produção dura até os peixes completarem 200 g (quando estarão com aproximadamente 90 dias de idade). Nessa fase, será fornecida ração com 30% de proteína bruta em quatro tratos diários na proporção de 3% do peso vivo, o que totalizará o consumo de até 30 kg de ração.

A biomassa do tanque deve ser reduzida a partir dos 70 dias de criação, quando a família beneficiária deverá iniciar o consumo dos peixes com peso acima de 100 g. Isso permitirá a continuidade do crescimento dos peixes remanescentes levando-se em conta que a biomassa máxima será de 30 kg e deverá ser mantida entre 20 kg e 25 kg para que os animais não interrompam o crescimento. A tilápia-do-nilo pode pesar até 800 g aos 6 meses com uma população de 40 peixes remanescentes. O consumo dos peixes com 200 g é mais econômico e, no caso do escalonamento, o segundo tanque deverá ser construído e povoad o quando o primeiro completar 70 dias e tiver iniciado a despensa. A despensa para consumo familiar é mais efetiva usando-se anzol do que rede ou tarrafa, que tendem a estressar os peixes e reduzir o consumo de ração, o que pode atrasar o desenvolvimento dos animais.

Em resumo, pode-se dizer que o Sisteminha favorece o meio ambiente, reduzindo impactos ambientais resultantes de erosão e lixiviação e diminuindo problemas de assoreamento de mananciais. Além disso, apresenta as vantagens de: redução drástica no uso de defensivos agrícolas; maior produção; melhor qualidade; dispensa da rotação de culturas; antecipação da colheita; maior ergonomia no trabalho; e redução do número de operações durante o ciclo da cultura. No entanto, exige capacitação por meio de treinamento sobre fisiologia de plantas, dependência de energia elétrica ou de sistema alternativo para aplicação da tecnologia e acompanhamento permanente.

Qualidade da água

Nos sistemas de criação de peixes em áreas do Semiárido dependentes de chuva apresentados neste capítulo, não importa somente a quantidade de água disponível, mas a qualidade também é importante. Ambas juntas contribuirão para a tomada de decisão sobre qual sistema deverá ser adotado e qual(is) espécie(s) de peixe será(ão) a(s) mais apta(s) para a criação.

No Semiárido, a água disponível para a criação de peixes pode ser proveniente principalmente de três fontes: chuva, poços ou rios.

As águas das chuvas são propícias para a criação de peixes e, a depender da pluviosidade anual, podem encher barragens e açudes, além de viveiros escavados. No entanto, vale ressaltar que, no Semiárido, o período de chuva é curto e esparso, o que não garante renovação da água do sistema durante uma média de 8 a 10 meses do ano (a depender da região específica).

As águas de poços são, em grande maioria, limpas, mas pobres em O₂, o que pode ser resolvido com uma oxigenação artificial da água durante sua entrada no ambiente de criação (Sousa; Teixeira Filho, 1985). No Semiárido brasileiro, ainda há de ser levada em consideração a frequente salinidade da água proveniente de poços. Isso não significa que a água seja imprópria para a criação de peixes, mas, sim, que haverá limitações. O custo da perfuração de um poço exclusivo para esse fim também deve ser levado em consideração na tomada de decisão sobre o sistema de criação a ser adotado.

Existem regiões do Semiárido brasileiro por onde passam alguns rios, mas que não têm cultura em agricultura irrigada. Nessas regiões, pode-se aproveitar o recurso hídrico para a criação de peixes. Em relação à qualidade da água proveniente de rios, é muito importante atentar para a escolha do local. Se a criação de peixes for implantada logo após áreas urbanas ou industriais que, por ventura, despejem dejetos no rio, a qualidade do pescado ficará comprometida para o consumo. Isso significa que a carne do peixe poderá ser contaminada.

Os fatores chamados abióticos, como a luz solar, a temperatura, os minerais (nutrientes) e os gases (CO_2 e O_2 dissolvido) da água, são essenciais para o equilíbrio do sistema. Eles contribuirão principalmente para a manutenção da qualidade da água.

Manejo alimentar

O manejo alimentar pode ser muito complexo quando se trata de produção de peixes. No entanto, como o enfoque deste capítulo é a produção em áreas onde a água é um recurso limitado, o manejo alimentar deve ser realizado de maneira muito simples para que a qualidade da água não seja comprometida. Em qualquer um dos sistemas mencionados neste capítulo, por mais que o produtor opte por criação extensiva, o peixe deverá ter alimento disponível no ambiente para o crescimento.

De modo geral, para o crescimento e desenvolvimento, os peixes necessitam de proteínas e uma fonte de energia (que pode ser carboidrato ou lipídio), além das vitaminas e minerais. Esses nutrientes podem estar contidos nas rações comerciais, no alimento natural ou ser disponibilizados na forma de alimentos ofertados. É importante informar que os peixes podem adquirir os nutrientes tanto de uma única fonte (como no caso da ração) como de diferentes fontes. Cada espécie tem uma necessidade diferente em termos da quantidade e da qualidade dos nutrientes a serem consumidos. Na seção Espécies Aptas para Criação deste capítulo, indicou-se o hábito alimentar de cada espécie.

No caso do tambaqui e de algumas carpas, os carboidratos podem ser obtidos de frutas fornecidas pelo produtor, e as proteínas, sais minerais e vitaminas podem ser obtidas no ambiente de cultivo. A observação do

produtor é essencial para verificar o estado nutricional e o crescimento dos peixes, principalmente se estiverem em viveiros e tanques-redes, onde a disponibilidade de alimento pode ser reduzida. O manejo nutricional deficiente terá como consequência a diminuição do desempenho, além de resultar em possíveis surtos de doenças e mortes.

Além da escolha da espécie de peixe, outros fatores têm de ser levados em consideração em relação ao manejo alimentar. Entre eles, podem-se citar a idade e o tamanho, o sexo, a densidade de estocagem e a disponibilidade de alimento natural e a temperatura da água ao longo do ano.

A qualidade do alimento também é um fator determinante para a taxa de crescimento dos peixes. É importante que os alimentos tenham um ótimo balanço de nutrientes, como no caso das rações comerciais, cujas variações na composição nutricional ajudam a determinar o preço de mercado. Frutas e hortaliças que podem ser ofertadas para peixes como o tambaqui e a carpa-capim têm valores nutricionais diferentes. No entanto, sendo o sistema de produção semi-intensivo, os animais terão a complementação nutricional proveniente do alimento disponível no ambiente de criação.

A ração e os alimentos suplementares devem ser distribuídos no ambiente de cultivo de modo a atingir a maior área possível para que peixes grandes e pequenos tenham igual acesso a eles. É importante que a alimentação seja oferecida preferencialmente todos os dias (ou, pelo menos, seis vezes por semana) e sempre no mesmo horário para que os peixes sejam condicionados. O melhor horário para a alimentação é quando a temperatura da água está mais alta, pois os peixes estarão com maior atividade metabólica e, assim, aproveitarão melhor os alimentos ingeridos. Se a criação é extensiva para subsistência, pesca ou incremento esporádico de renda, não é necessário alimentar mais do que uma vez ao dia. Se a criação é semi-intensiva para complementação de renda familiar e subsistência, pode-se alimentar duas vezes ao dia. Essa recomendação também pode servir para peixes em tanques-redes em baixa densidade.

Nos regimes extensivo ou semi-intensivo, não é necessário ofertar rações extrusadas contendo teores maiores do que 28% de proteína bruta. Em qualquer opção de alimentação (seja com alimentos disponíveis na propriedade, seja com ração comercial, que tem validade média

de 3 meses), é importante que o produtor esteja atento para observar a presença de fungos, pois causam toxicidade nos peixes, levando-os à morte. Alguns alimentos, como a leucena (*Leucaena leucocephala*) e o sorgo (*Sorghum bicolor*), se fornecidos crus, também podem causar danos à saúde dos peixes devido à presença de fatores antinutricionais. É sempre importante o produtor consultar um técnico em caso de dúvidas.

Outro fator muito importante ao qual o produtor deve estar atento em relação aos alimentos da propriedade é a presença de resíduos de agrotóxicos. Se os peixes ingerirem alimentos contendo alta carga de químicos, certamente serão contaminados. Como consequência, poderão tanto sofrer intoxicação (o que causa danos principalmente no fígado e no sistema nervoso dos peixes) quanto causá-la à pessoa que consuma sua carne.

A alimentação pode ser ofertada até os primeiros sinais de saciedade dos peixes. Na região semiárida, a taxa de renovação de água em um viveiro é praticamente inexistente. Portanto, é importante o produtor observar a relação entre a quantidade de alimento que está sendo fornecido e a qualidade da água. Excesso de alimento ingerido ou de alimento não consumido pode gerar uma diminuição dos valores dos parâmetros de qualidade da água, levando até à morte dos peixes em massa. Quando há excesso de alimento ingerido, os peixes excretarão mais, o que poderá aumentar a concentração de amônia tóxica na água. Da mesma forma, alimentos na água que não foram consumidos consumirão O₂ para a decomposição.

Considerações finais

A criação de peixes no Semiárido, seja voltada para subsistência ou para complemento da renda familiar, é uma atividade lucrativa para o produtor. Para acompanhamento da viabilidade econômica dos sistemas de produção de peixe e para saber o custo de produção por quilograma de peixe, é essencial que o produtor ou o técnico mantenha uma anotação dos gastos realizados. Na região semiárida, é essencial que o recurso hídrico seja bem aproveitado. Portanto, o produtor deve sempre estar atento à qualidade da água na piscicultura. Além disso, sempre que houver oportunidades, o produtor deve realizar cursos de capacitação e/ou reciclagem dos conhecimentos já obtidos, para aperfeiçoar as técnicas de criação dos peixes.

Referências

- BRASIL. Ministério de Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura**. Brasília, DF, 2011. 60 p. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2011_bol__bra.pdf>. Acesso em: 15 set. 2017.
- CAMPECHE, D. F. B.; BALZANA, L.; FIGUEIREDO, R. C. R.; BARBALHO, M. R. dos; REIS, F. J. de S.; MELO, J. F. B. **Peixes nativos do São Francisco adaptados para o cultivo**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011a. 20 p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 244).
- CAMPECHE, D. F. B.; PAULINO, R. V.; LIMA, V. T.; RIBEIRO, R. P.; GOMES, P. C. **Desempenho e variabilidade genética de linhagens de tilápia Tailandesa e Red koina cultivada em águas salobras**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011b. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 84).
- CAMPECHE, D. F. B.; PEREIRA, L. A.; FIGUEIREDO, R. A. C. R. de; BARBALHO, M. R. dos S. **Produção de peixes em barragens e açudes dependentes de água de chuva**. Petrolina: Embrapa-Semiárido, 2009. (Embrapa Semiárido. Instruções técnicas, 91).
- CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce**. Jaboticabal: Funep, 1992. 189 p.
- GUILHERME, L. C.; MORELLI, S. **Sistema simplificado para criação de peixes e cultivo hidropônico com recirculação de água**. Disponível em: <<https://www.escavador.com/patentes/369002/sistema-simplificado-criacao-peixes-cultivo-hidroponico-com-recirculacao-agua>>. Acesso: 12 ago. 2008.
- PORTO, E. R.; ARAÚJO, O. de; ARAUJO, G. G. L. de; AMORIM, M. C. C.; PAULINO, R. V.; MATOS, A. N. B. **Sistema de produção integrado usando efluentes de dessalinização**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 187).
- SOUZA, E. C. P. M.; TEIXEIRA FILHO, A. R. **Piscicultura fundamental**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1985. 88 p.

Capítulo 12

Uso e manejo do solo

Roseli Freire de Melo

Vanderlise Giongo

Diana Signor Deon

José Barbosa dos Anjos

A base de toda a produção agrícola é o solo, o qual não se restringe apenas às suas partículas minerais (areia, silte e argila); inclui também organismos vivos, matéria orgânica, água e ar. Seu equilíbrio se reflete no potencial produtivo e na sustentabilidade agrícola (Primavesi, 2006). O manejo adequado resulta em um solo saudável, que é de grande importância para a manutenção da vida terrestre, pois se constitui em suporte para os mais variados tipos de vida, desde as plantas, animais e microrganismos até o homem. As práticas de manejo estão associadas à conservação da água no solo e devem ser adotadas, primeiramente, em função do seu potencial produtivo, ou seja, devem ser definidas com base na textura do solo, declividade, pedregosidade, cobertura vegetal, grau de infestação de plantas espontâneas e existência de camadas compactadas.

As condições ambientais do Semiárido brasileiro tornam a região muito propícia à degradação do solo. Segundo Castro (2012), os principais fatores limitantes para o desenvolvimento da agricultura dependente de chuva ou de sequeiro no Semiárido brasileiro são: a baixa precipitação média anual e sua concentração em poucos meses do ano; a pequena

quantidade de estabelecimentos agropecuários que adotam alguma medida para proteção dos recursos hídricos (por exemplo, mata ciliar e proteção de nascentes com vegetação); a baixa fertilidade natural dos solos da região, aliada à falta de adoção de práticas de manejo da fertilidade do solo; as perdas de solo por erosão e a baixa adoção de práticas conservacionistas para conter esse processo; a desertificação; a baixa adoção de tecnologias ou a adoção de tecnologias defasadas na agricultura; e outros fatores relacionados à infraestrutura, como estruturas para armazenamento da produção e condições de conservação de rodovias e estradas para escoamento da produção.

A agricultura dependente de chuva na região semiárida é naturalmente um grande desafio, que se intensificou no período entre 2012 e 2018 em função da seca, já que, em muitos municípios do Semiárido, a precipitação não chegou à metade da média anual esperada, fazendo com que a produção agrícola apenas dependente de chuvas se tornasse impossível. Nesse contexto, faz-se necessária a integração de técnicas de manejo com práticas conservacionistas do solo que possam contribuir para reduzir os efeitos da menor quantidade de chuva e garantir um solo produtivo e a segurança alimentar da família.

Considerando a fragilidade dos solos da região semiárida, o manejo inadequado pode intensificar os processos de degradação, resultando em desequilíbrio da biodiversidade e, consequentemente, da saúde dos solos e sendo um passo para a desertificação. Neste capítulo, serão abordadas informações relacionadas aos fatores de degradação dos solos bem como práticas de manejo e de conservação de solo e de adubação das culturas que podem contribuir para o aumento da sustentabilidade da agricultura no Semiárido.

Fatores de degradação

As condições ambientais do Semiárido brasileiro tornam a região muito propícia a fatores de degradação do solo, entre os quais estão: queimadas, erosão, salinização e desertificação, que serão abordados neste capítulo.

Queimadas

As queimadas são utilizadas pelos produtores como forma de baixo custo para limpar o terreno antes do preparo do solo para o plantio (Figura 1). De maneira geral, as áreas queimadas são cultivadas por alguns anos e, depois, deixadas em pousio para serem novamente queimadas e cultivadas alguns anos depois. Em um levantamento realizado nos municípios cearenses de Barbalha e Jardim, em média, 60% dos agricultores utilizam a queimada como técnica de limpeza do solo, embora a grande maioria (75%, em média) reconheça a prática como danosa ao meio ambiente (Pereira; Drumond, 2014).



Foto: Aurélio Antas Miguel

Figura 1. Preparo inicial da área com queimada para limpeza.

O processo de queimada, além da destruição da biomassa aérea das plantas e da matéria orgânica do solo, promove a emissão de CO₂ para a atmosfera (intensificando o efeito estufa) e causa a morte dos macro e microrganismos do solo, acelerando o processo de degradação.

Contudo, apesar dos efeitos negativos da queima da vegetação, a prática ainda persiste entre os produtores porque promove a disponibilização imediata de nutrientes para as culturas que serão plantadas

posteriormente. Na Tabela 1, são apresentadas as características químicas e físicas de um Luvissolo Crômico Órtico submetido à queima, depois cultivado por 2 anos consecutivos com milho (*Zea mays*) e, em seguida, deixado em pousio (sem cultivo) por 5 anos. Ao lado dessa área, uma mata secundária de 50 anos também foi avaliada para fins de comparação.

Em Nunes et al. (2006), os autores mostraram que a queimada inicialmente elevou o pH do solo, o qual voltou gradativamente à condição original, assemelhando-se ao da área de mata apenas 2 anos após a queima. Comportamento semelhante foi apresentado pelo teor de fósforo disponível para as plantas. Na área de mata, o teor de fósforo era de 56 mg dm⁻³, enquanto, na área queimada e cultivada com milho no primeiro ano, observou-se o teor de 69 mg dm⁻³. Entretanto, já no segundo ano de cultivo de milho, o teor desse nutriente no solo foi reduzido para 26 mg dm⁻³. Os valores de soma de bases, capacidade de troca catiônica e saturação de bases também sugerem que o efeito fertilizador das cinzas ocorreu apenas até o terceiro ano após a queimada. A área queimada apresentou valores de densidade do solo e porosidade total semelhantes aos da área de mata

Tabela 1. Características químicas e físicas de um Luvissolo Crômico Órtico sob diferentes tipos de manejo no município de Sobral, CE⁽¹⁾.

| Manejo do solo | pH | P | SB | CTC | V | Porosidade total | Densidade do solo |
|------------------------------|-----|---------------------|---|--------|--------|--------------------|-------------------|
| | | mg dm ⁻³ | ---mmol _c dm ⁻³ --- | -----% | -----% | g cm ⁻³ | |
| Milho – 1º ano | 7,6 | 69 | 180,0 | 190,6 | 94 | 51,5 | 1,26 |
| Milho – 2º ano | 7,2 | 26 | 181,6 | 202,3 | 90 | 52,0 | 1,26 |
| Pousio – 1º ano | 7,3 | 18 | 170,4 | 186,9 | 91 | 48,8 | 1,31 |
| Pousio – 2º ano | 6,6 | 3 | 87,1 | 110,2 | 79 | 44,5 | 1,50 |
| Pousio – 3º ano | 6,5 | 2 | 96,6 | 127,1 | 76 | 46,3 | 1,45 |
| Pousio – 4º ano | 6,4 | 3 | 93,6 | 120,2 | 78 | 45,5 | 1,47 |
| Pousio – 5º ano | 6,7 | 57 | 117,6 | 142,3 | 83 | 48,8 | 1,33 |
| Mata secundária (50 anos) | 6,6 | 56 | 124,8 | 157,8 | 82 | 51,5 | 1,22 |

⁽¹⁾Milho = *Zea mays*, P = fósforo, SB = soma de bases, CTC = capacidade de troca catiônica, V = saturação de bases.

Fonte: Adaptado de Nunes et al. (2006).

secundária (50 anos). Entretanto, nas áreas sob pousio, houve aumento da densidade e redução da porosidade total como resultado da compactação provocada pelo impacto das gotas de chuva sobre o solo descoberto (Nunes et al., 2006).

Esses resultados demonstram que os benefícios da queimada para as culturas subsequentes são pequenos e que a ausência de adubação para repor a quantidade de nutrientes exportados pela cultura é um fator de degradação e empobrecimento do solo. Além disso, a ocorrência de chuvas concentradas e de grande intensidade, comuns no Semiárido, sobre o solo descoberto (situação que ocorre tanto após a queimada quanto no pousio após o cultivo) é uma importante causa da erosão hídrica, como será comentado a seguir.

Erosão

Dentre as regiões brasileiras, o Semiárido é das mais susceptíveis às perdas de solo pelo processo erosivo. Isso acontece porque a vegetação nativa é menos densa do que as das demais regiões, deixando parte do solo descoberto e facilitando a ocorrência de erosão tanto hídrica (pelo impacto das gotas de chuva) quanto eólica (transporte de material pelo vento). Assim, como afirmado por Castro (2012), a perda de solo por erosão é o principal fator que conduz às perdas das terras produtivas no Semiárido.

O dano causado pela erosão não é simplesmente devido à perda quantitativa de solo, mas também à perda qualitativa; como o material transportado é geralmente rico em matéria orgânica e em partículas minerais finas, após o processo erosivo, o que resta na área é um solo enriquecido em frações minerais mais grosseiras e menos férteis (Brady; Weil, 2013). Além disso, a erosão do solo tem efeitos dentro e fora da propriedade. Dentro da propriedade, nota-se principalmente a redução da produtividade, enquanto fora da propriedade, nota-se a melhoria da produtividade das terras à jusante (devido ao transporte de argila e de matéria orgânica) e a sedimentação e eutrofização dos reservatórios e corpos d'água (FAO, 2016a).

Erosão hídrica

O processo de erosão hídrica pode ser dividido em três fases: desagregação, transporte e deposição. A desagregação consiste na “quebra” dos agregados do solo, os quais podem ser rompidos por operações de

preparo do solo, impacto da gota da chuva sobre o solo, processo contínuo de molhamento e secagem do solo ou ainda escorramento da água sobre o terreno. O impacto da gota de chuva sobre o solo descoberto provoca a ruptura dos agregados e, consequentemente, leva ao selamento superficial e à compactação. Assim, a ocorrência de chuvas sobre solos descobertos e muito revolvidos (por aração e gradagem, por exemplo) certamente provoca a perda de grande quantidade de solo.

O transporte das partículas de solo ocorre após a desagregação à medida que a água vai se concentrando e escorrendo pela superfície do solo, arrastando consigo as partículas que foram desagregadas anteriormente. Quando a enxurrada vai se concentrado, o aumento do volume da enxurrada leva à formação de sulcos, canais e voçorocas.

A fase de deposição ocorre quando a água que vinha escorrendo pelo terreno perde velocidade, e as partículas de solo desagregadas se depositam. Geralmente, isso ocorre em áreas mais baixas, microdepressões do relevo, em faixas de vegetação adjacentes, em fundos de vale ou ainda em reservatórios de água, causando assoreamento e eutrofização.

A quantidade de solo perdida pela erosão hídrica depende da intensidade da chuva e da susceptibilidade do solo ao processo erosivo (erodibilidade). A erodibilidade do solo, por sua vez, depende dos fatores que influenciam a resistência do solo à desagregação e ao transporte de partículas e ainda dos fatores que afetam a velocidade de infiltração da água, uma vez que, quanto mais água se infiltrar no solo, menor será a quantidade de água que irá escorrer pela superfície.

A matéria orgânica do solo funciona como um agente cimentante dos agregados. Portanto, solos com maior teor de matéria orgânica possuem agregados com maior estabilidade e resistência ao impacto da gota de chuva. A textura também afeta as perdas de solo: os solos argilosos possuem agregados mais estáveis do que os arenosos e são, portanto, mais resistentes ao impacto da gota de chuva e à desagregação. Entretanto, as partículas de argila são mais leves do que as de areia e podem ser transportadas com facilidade. Portanto, em solos arenosos, é preciso um manejo adequado para manutenção da cobertura do solo evitando o processo de desagregação.

A cobertura vegetal influencia as perdas de solo por erosão, porque diminui o impacto da gota da chuva, reduz a velocidade do fluxo de água da

enxurrada e ainda aumenta o teor de matéria orgânica, a estabilidade dos agregados e a infiltração de água no solo. A porosidade do solo também influencia a taxa de infiltração de água e pode variar com a textura (proporção de areia, silte e argila), densidade, estrutura e teor de matéria orgânica. Além desses fatores, o relevo também pode afetar a erosão. Em áreas com grande declividade e onde a água percorre longa distância até o ponto de deposição, a velocidade e o volume da enxurrada aumentam e, consequentemente, há maior transporte de partículas de solo.

Diante disso, como as perdas de solo pela erosão hídrica (Figura 2) dependem das características do solo e da intensidade da chuva e como as características da chuva não podem ser alteradas pelo produtor rural, é preciso ter atenção às práticas de manejo de solo, procurando mantê-lo sempre com alguma cobertura vegetal (viva ou morta) e evitando pulverizá-lo durante as operações de preparo a fim de controlar a ocorrência e a intensidade do processo erosivo nas áreas cultivadas.

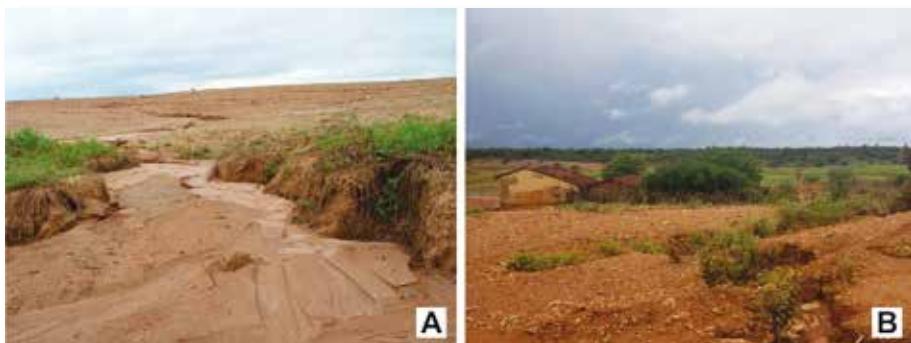


Foto: Manoel Ricardo de Albuquerque Filho (A) e Roseli Freire de Melo (B)

Figura 2. Erosão hídrica em lavoura de milho (*Zea mays*) (A) e em área de cultivo (B).

Erosão eólica

A erosão do solo pelo vento é um problema principalmente de regiões áridas e semiáridas. Isso porque o vento soprando sobre o solo seco e, em geral, descoberto carrega as partículas e causa danos tanto à área erodida (perda de solo) quanto às áreas externas devido à ação abrasiva das partículas transportadas pelo vento (Brady; Weil, 2013).

Os principais fatores que afetam a erosão eólica são a umidade do solo, a velocidade do vento, as condições da superfície do solo (rugosidade e cobertura), as características do solo e a natureza e posição das faixas de vegetação.

Solos úmidos não se desagregam; por isso, a erosão eólica ocorre em solos secos. Ventos com velocidade superior a 25 km h^{-1} podem provocar o desprendimento de partículas. Contudo, mais do que a velocidade do vento, o impacto das partículas que já estão sendo carregadas por ele é que provoca a desagregação do solo. A erosão eólica é menor em solos cuja superfície é mais rugosa. Com relação às características do solo, a densidade, a estabilidade dos agregados e o tamanho das partículas influenciam esse tipo de erosão. Finalmente, a cobertura vegetal do solo (viva ou morta) reduz a erosão eólica por funcionar como barreira principalmente se estiver em posição perpendicular à direção do vento. Essa redução deve-se tanto ao menor movimento de vento próximo à superfície quanto ao efeito das raízes sobre o solo, que proporciona maior agregação e umidade em comparação com as áreas sem vegetação e com limitação hídrica (Brady; Weil, 2013).

Salinização

Os solos afetados por sais podem ser divididos em solos salinos, salino-sódicos e sódicos. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2016b), 3,1% da área mundial de solos cultivados são salinos e 3,4% são sódicos. Esses solos ocorrem principalmente em regiões onde a relação entre precipitação e evapotranspiração é menor do que 0,75, em áreas baixas e planas, com lençol freático elevado e que recebem água de drenagem de áreas superiores do relevo (Brady; Weil, 2013).

Os solos salinos podem ser divididos em função de características como condutividade elétrica, porcentagem de saturação por sódio e pH, como apresentado por Brady e Weil (2013):

- Solos salinos – apresentam acúmulo de sais neutros solúveis, condutividade elétrica no extrato de saturação maior do que 4 dS m^{-1} , saturação por sódio menor do que 15% e valores de pH abaixo de 8,5.

- Solos salino-sódicos – apresentam níveis prejudiciais de sais neutros solúveis e de sódio, condutividade elétrica no extrato de saturação maior do que 4 dS m^{-1} , saturação por sódio maior do que 15% e valores de pH abaixo de 8,5.
- Solos sódicos – apresentam baixos níveis de sais solúveis neutros, condutividade elétrica menor do que 4 dS m^{-1} e altos níveis de sódio (saturação de sódio maior do que 15%). O pH desses solos geralmente é superior a 8,5. Os solos sódicos também podem apresentar problemas estruturais devido à dispersão dos agregados, o que reduz a macroporosidade e, consequentemente, restringe o movimento de ar e de água no solo.

Em condições naturais, os sais disponíveis no solo podem ser resultado do intemperismo do material de origem (processo natural de formação do solo) ou podem ter sido transportados de outras áreas pela água, acumulando-se em pontos mais baixos do relevo (Brady; Weil, 2013). Entretanto, os solos afetados por sais raramente são formados pelo acúmulo de sais *in situ*, ou seja, no próprio local, e geralmente têm sua origem no acúmulo de sais transportados de outras áreas junto com a água (Abrol et al., 1988).

O processo de salinização também pode ser acentuado pela mudança de uso da terra, principalmente em função da substituição de áreas de vegetação nativa por áreas cultivadas (Brady; Weil, 2013). Como o sistema radicular das espécies nativas é geralmente mais profundo do que o das espécies cultivadas, a evapotranspiração nas áreas nativas é maior e diminui após a mudança de uso da terra, o que permite, em função da chuva ou da irrigação, que maior quantidade de água percole no perfil do solo, elevando o nível do lençol freático e aumentando o fluxo ascendente de água subterrânea nas áreas mais baixas do relevo. Nas regiões semiáridas, a água transporta consigo os sais solúveis presentes no solo e, em função da ascensão capilar e da evaporação, esses sais acabam se acumulando na superfície. Assim, ao longo dos anos, a área salinizada vai se tornando maior e mais salina, o que impede o desenvolvimento das plantas (Brady; Weil, 2013).

A ocorrência de solos afetados por sais pode ser identificada através de análises de amostras de solo em laboratório (determinação da condutividade elétrica em extrato saturado, da porcentagem de saturação por sódio e do pH do solo) em conjunto com a observação de alguns aspectos

da paisagem, como a vegetação com presença de plantas halófitas [que acumulam grande quantidade de sal em seu interior, sem afetar seu desenvolvimento, a exemplo da erva-sal (*Atriplex nummularia*)] e a superfície do solo [crostas esbranquiçadas indicam salinização, enquanto crostas escuras indicam sodicidade] (FAO, 2016b). Quanto mais precoce for a detecção do processo de salinização, maiores são as chances de recuperação do solo e menores são os custos envolvidos.

Segundo a FAO (2016b), os solos afetados por sais podem ter efeito sobre as culturas, os ecossistemas e a qualidade dos recursos naturais, além de causar impactos econômicos e sociais. Em função dos sais, as culturas podem ter reduzida produção, e a variedade de espécies que podem ser cultivadas pode ser restrita, resultando em menor renda e menor diversidade na alimentação da população rural. Além disso, os solos afetados por sais demandam mais mão de obra para o preparo e mais uso de insumos, o que reduz a renda dos produtores e pode, em casos extremos, levar ao abandono da área de cultivo e ao êxodo rural.

O processo de salinização pode afetar toda a fauna (macrofauna e microfauna) e flora do solo, reduzindo a biodiversidade nos ecossistemas terrestres e aquáticos e a eficiência na ciclagem de nutrientes. Além disso, áreas nativas afetadas por sais apresentam vegetação espaçada, o que, aliado à fragilidade dos solos, contribui para a ocorrência de outros processos de degradação, como as erosões hídrica e eólica. No caso dos solos sódicos, a desagregação, além de diminuir a infiltração de água no solo e de aumentar as perdas de nutrientes (que são carregados junto com a água da chuva), também estimula as emissões de CO₂ para a atmosfera.

Altos níveis de sódio podem causar desequilíbrios nutricionais às plantas por afetarem a absorção de outros nutrientes, como potássio e cálcio, enquanto alguns elementos podem ser tóxicos para algumas espécies, a exemplo do cloreto e do sódio (Brady; Weil, 2013).

De modo geral, as plantas respondem de formas diferentes à presença de sais no solo. Algumas podem ser tolerantes e outras mais sensíveis (Tabela 2). Alguns trabalhos realizados na Embrapa Semiárido têm avaliado o efeito da salinidade sobre culturas agrícolas. Coelho et al. (2014) constataram que, até o nível de salinidade de 10 dS m⁻¹, não há prejuízo para a germinação de sementes de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*) e que

o crescimento dessa espécie foi favorecido entre 3 dS m⁻¹ e 5 dS m⁻¹. Porto et al. (2003) verificaram que a erva-sal, além de ser uma forrageira que extraí grande quantidade de sais do perfil do solo, pode produzir cerca de 19 t ha⁻¹ quando cultivada em solos com condutividade elétrica em torno de 5 dS m⁻¹. Matias et al. (2011) constataram que as sementes de angico (*Anadenanthera colubrina*) apresentam germinação superior a 90% quando a salinidade é de 8 dS m⁻¹, sendo, portanto, tolerantes à salinidade.

Tabela 2. Tolerância à salinidade de algumas culturas agrícolas com base na condutividade elétrica do solo⁽¹⁾.

| Nome comum/Nome científico | CE (dS m ⁻¹) | Nome comum/Nome científico | CE (dS m ⁻¹) |
|---|--------------------------|--|--------------------------|
| Cenoura (<i>Daucus carota</i>) | 1,0 | Alfafa (<i>Medicago sativa</i>) | 2,0 |
| Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>) | 1,0 | Espinafre (<i>Spinacia oleracea</i>) | 2,0 |
| Cebola (<i>Allium cepa</i>) | 1,2 | Melão-cantaloupe (<i>Cucumis melo</i> var. <i>cantalupensis</i>) | 2,2 |
| Abacate (<i>Persea americana</i>) | 1,3 | Abobrinha (<i>Cucurbita sativus</i>) | 2,5 |
| Alface (<i>Lactuca sativa</i>) | 1,3 | Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) | 2,5 |
| Feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) | 1,3 | Capim-sudão (<i>Sorghum sudanense</i>) | 2,8 |
| Batata-doce (<i>Ipomoea batatas</i>) | 1,5 | Abobrinha (<i>Cucurbita pepo</i> var. <i>melopepo</i>) | 3,2 |
| Pimentão (<i>Capsicum annuum</i>) | 1,5 | Amendoim (<i>Arachis hypogaea</i>) | 3,2 |
| Vagem (<i>Phaseolus vulgaris</i>) | 1,5 | Beterraba (<i>Beta vulgaris</i>) | 4,0 |
| Pimenta (<i>Capsicum spp.</i>) | 1,5 | Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) | 4,0 |
| Feijão-fava (<i>Phaseolus lunatus</i>) | 1,6 | Capim-doce (<i>Phalaris tuberosa</i>) | 4,6 |
| Cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) | 1,7 | Abobrinha-italiana (<i>Cucurbita pepo</i> var. <i>melopepo</i>) | 4,7 |
| Laranja (<i>Citrus sinensis</i>) | 1,7 | Soja (<i>Glycine max</i>) | 5,0 |
| Limão (<i>Citrus limon</i>) | 1,7 | Girassol (<i>Helianthus annuus</i>) | 5,3 |
| Milho-doce (<i>Zea mays</i>) | 1,7 | Azevém (<i>Lolium perenne</i>) | 5,6 |
| Milho-grão (<i>Zea mays</i>) | 1,7 | Capim-bermuda (<i>Cynodon dactylon</i>) | 6,9 |
| Milho-forrageiro (<i>Zea mays</i>) | 1,8 | Beterraba-açucareira (<i>Beta vulgaris</i> var. <i>saccharifera</i>) | 7,0 |
| Repolho (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>) | 1,8 | Algodão (<i>Gossypium hirsutum</i>) | 7,7 |

⁽¹⁾CE = condutividade elétrica.

Fonte: Adaptado de Gheyi et al. (2010).

O manejo de solos afetados por sais para fins agrícolas depende da combinação de várias tecnologias, sempre levando em consideração as condições socioeconômicas específicas da região, e é altamente dependente da disponibilidade de água, das características de clima e culturas e da disponibilidade de capital, insumos e tempo (FAO, 2016b).

A recuperação dos solos afetados por sais pode ser feita com o uso combinado de práticas químicas, mecânicas, hidráulicas e biológicas (FAO, 2016b). Dentre as práticas químicas, pode-se citar o uso de condicionadores e fertilizantes minerais, como o gesso, o enxofre e o ácido sulfúrico, que devem ser associados à lavagem do solo, por meio da lixiviação para a remoção dos sais gerados na reação desses fertilizantes com o solo. Vale lembrar que o uso de fertilizantes deve ser feito de acordo com a necessidade da cultura e com os resultados da análise do solo.

O manejo mecânico ou físico do solo deve ser feito para melhorar a infiltração e a permeabilidade do solo e inclui: a) nivelamento da superfície, visando à aplicação uniforme da lâmina de água destinada à lixiviação; b) aração profunda, a fim de aumentar a aeração e a infiltração de água – essa prática deve ser usada em solos que apresentem uma camada impermeável em profundidade; c) manejo de semeadura: visando ao menor acúmulo de sais em torno das sementes, pode-se adotar o uso de covas inclinadas ou de sulcos elevados em fileiras simples ou duplas.

Dentre as práticas hidráulicas, têm-se a lixiviação e a drenagem, que consistem na aplicação de água de irrigação (ou precipitação) em quantidade superior à que sofre evapotranspiração da cultura. Esse procedimento é mais eficiente nos períodos de baixa demanda de evapotranspiração (por exemplo, à noite), com alta umidade, em condições de clima mais ameno ou fora da época de cultivo. Entretanto, a lixiviação só é eficaz quando a água de drenagem contendo sais é descartada por meio de drenos subsuperficiais que carregam os sais para fora da área em recuperação, tendo sempre a preocupação de evitar a contaminação de outras áreas sob cultivo e de corpos d'água à jusante.

As práticas biológicas incluem incorporação de adubação orgânica ao solo (promove aumento de permeabilidade e adiciona carbono e nutrientes ao solo), cultivo de leguminosas (adubação verde e ciclagem de nutrientes), *mulching* (cobertura do solo), manutenção de restos de culturas sobre a

superfície (aumentam a permeabilidade e diminuem a evapotranspiração) e escolha de espécies tolerantes à salinidade (garantem a produção mesmo em condições moderadas de salinidade ou sodicidade).

Desertificação

Segundo a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação, a desertificação pode ser definida como o processo de degradação das terras das regiões áridas, semiáridas e subúmidas resultante de diferentes fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas (FAO, 2016) (Figura 3). Segundo Accioly (2011), a deterioração do solo reduz o potencial biológico das terras e sua capacidade de sustentar a população que delas depende para viver.



Foto: Roseli Freire de Melo

Figura 3. Áreas agricultáveis em processo de degradação no município de Remígio, PB.

O Ministério do Meio Ambiente aponta que tanto as causas quanto as consequências dos processos de degradação e desertificação são a pobreza e a insegurança alimentar combinadas com as variações severas do ciclo hidrológico, como secas e enchentes (Brasil, 2005). Além disso, atividades

desenvolvidas pelo homem, como desmatamento, erosão e salinização dos solos, manejo inadequado do solo, emprego de tecnologias inadequadas, queimadas e superpastejo, contribuem para acelerar a desertificação e agravam suas consequências negativas sobre as pessoas (Brasil, 2005; Accioly, 2011).

Estima-se que cerca de 20% da área do Semiárido brasileiro encontra-se em processo de desertificação e, de acordo com imagens de satélite, as áreas mais afetadas são formadas por solos de alta fertilidade que foram ou estão sendo explorados intensivamente (Accioly, 2011). O problema é mais expressivo nos núcleos de desertificação do Seridó (localizado na região centro-sul do Rio Grande do Norte e centro-norte da Paraíba), de Irauçuba (noroeste do estado do Ceará), de Gilbués (no Piauí) e de Cabrobó (em Pernambuco) (Accioly, 2011). Por isso, o uso racional do solo, respeitando sua capacidade de uso e com adequado manejo, é de fundamental importância para evitar e conter o avanço das áreas desertificadas no Semiárido brasileiro.

Práticas de manejo de solo

O manejo do solo é uma prática e/ou conjunto de práticas indispensáveis ao bom desenvolvimento das culturas. Quando utilizado racionalmente, proporciona melhoria na qualidade do solo e na disponibilidade de água e, consequentemente, garante elevada produtividade. Porém, quando o solo é mal manejado, há consequências negativas sobre suas propriedades físicas (retenção de água, aeração, compactação, estruturação), químicas (reação do solo, disponibilidade de nutrientes, interações entre eles) e biológicas (matéria orgânica, atividades microbianas, carbono microbiano, taxa de colonização e espécies de microrganismos), resultando no processo de degradação do solo e podendo chegar à desertificação.

Preparo do solo e manejo de plantas espontâneas

Preparo do solo

O preparo do solo tem como objetivo criar um ambiente favorável para a germinação, o crescimento e o desenvolvimento das plantas

cultivadas por meio do aumento da aeração e da infiltração de água no solo e da redução da resistência do solo ao desenvolvimento radicular.

Para o plantio, o solo deve ser preparado com o mínimo de revolvimento, apenas o suficiente para a instalação da cultura e para o bom desenvolvimento do sistema radicular das plantas, respeitando o declive do terreno, ou seja, realizando o cultivo em nível, perpendicular à direção do escoamento da água da chuva a fim de evitar a formação de enxurrada. Entretanto, o cultivo morro abaixo ainda é muito utilizado pelos agricultores por ser mais fácil e rápido do que o cultivo em nível. Essa prática deve ser desestimulada, pois favorece a formação de enxurrada e intensifica a erosão hídrica, promovendo a degradação do solo e, consequentemente, reduzindo a produtividade.

O preparo do solo nas áreas de agricultura dependente de chuva no Semiárido brasileiro, de modo geral, é realizado manualmente (enxada) ou com tração animal. Porém, atualmente, devido à escassez de mão de obra, está sendo usado também o trator para as operações de preparo inicial da área (aração e gradagem).

No caso dos produtores familiares do Semiárido, o plantio é realizado manualmente e/ou com auxílio de matraca, e os tratos culturais são feitos com uso de enxada para limpeza da área, coveamento e plantio. Além dos cuidados com o solo no preparo do terreno para o plantio, outras medidas também devem ser adotadas em conjunto, como a construção de terraços e faixas de retenção, o cultivo em nível e o uso de cordão de cultivos, que serão comentados ainda neste capítulo.

Manejo de plantas espontâneas

O manejo das plantas espontâneas (popularmente chamadas de “mato”) é uma prática importante para a obtenção de altos rendimentos em qualquer exploração agrícola. O mato concorre com a cultura principal por água, luz e nutrientes. No Semiárido, a luz não seria problema, pois é um elemento abundante na região. Porém, a água e os nutrientes são fatores limitantes para a produção, principalmente para uma agricultura em solos de baixa fertilidade e que depende apenas da água da chuva.

Na agricultura tradicional, o manejo das plantas espontâneas pode ser realizado por meio de vários métodos de controle: cultural, manual,

mecânico e químico (com o uso de herbicidas), sendo o método cultural o mais importante. Nas condições de agricultura dependente de chuva, de modo geral, o controle das plantas espontâneas é realizado utilizando os métodos cultural, manual e mecanizado de tração animal (Figura 4). O método de controle cultural consiste na utilização de técnicas como escolha de época de semeadura, espaçamento, densidade de plantio, etc. que propiciem o desenvolvimento da cultura em detrimento das plantas espontâneas, que têm fases de desenvolvimento diferentes. O método de controle manual consiste na eliminação de plantas espontâneas por arranque manual ou com auxílio de enxadas. O método mecanizado de tração animal consiste no uso de animal com implemento para controle do mato, ou seja, para realização da capina.

A melhor estratégia a ser seguida é a combinação dos métodos de controle, em que um tende a complementar as possíveis falhas dos demais; assim, caracteriza-se o manejo integrado de plantas daninhas.

Foto: Roseli Freire de Melo



Figura 4. Uso de tração animal para preparo do solo em áreas de agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido paraibano.

Manejo agroecológico do solo

O manejo agroecológico refere-se ao sistema natural de cada local, envolvendo o solo, o clima, os seres vivos e as inter-relações entre esses três componentes (Primavesi, 2006). Nesse sistema, os agricultores aproveitam

os recursos disponíveis na própria propriedade, de forma que praticamente não há dependência de insumos externos.

A agricultura só será sustentável se o agricultor praticar o manejo das culturas respeitando o meio ambiente, sendo justo do ponto de vista social, e se conseguir utilizar insumos economicamente viáveis. Dentre essas práticas, estão adubação orgânica, rotação de cultura, plantio em curva de nível, controle de pH, cultivo mínimo, preservação dos organismos do solo, uso de cobertura vegetais, cobertura morta, adubos verdes e consórcios de culturas. Os agricultores familiares podem desenvolver uma agricultura agroecológica utilizando os insumos da própria propriedade, como dejetos dos animais, compostagem com restos de frutas e alimentos, biofertilizantes, cobertura morta com restos vegetais (palhadas) e até mesmo sementes selecionadas por eles ao longo do tempo (esse tópico será discutido no Capítulo 4 – Conservação Local e Uso da Agrobiodiversidade Vegetal).

Um conhecimento que a maioria dos agricultores familiares tem e que é milenar é a conservação pelo uso do solo e da água, na qual os agricultores devem cultivar, conservar, produzir alimentos, fibras e satisfazer outras necessidades com o pensamento voltado para a sustentabilidade dos sistemas. A aplicação desse conhecimento associado às tecnologias de convivência com o Semiárido e até mesmo a escolha da variedade de ciclo curto e resistente à seca poderão garantir a sustentabilidade das famílias nas condições de uma agricultura dependente de chuvas no Semiárido. Por essa razão, a agroecologia depende da sabedoria de cada agricultor desenvolvida a partir de suas experiências e observações locais. Sendo assim, uma das formas de melhorar a qualidade do solo é a adoção de práticas de cultivo orgânico, as quais evitam ou praticamente excluem o uso de fertilizantes e pesticidas sintéticos, procurando substituir insumos adquiridos externamente por aqueles alternativos encontrados na própria propriedade (Altieri, 2002). Esse tipo de sistema de cultivo reduz o revolvimento do solo, favorecendo a recuperação das propriedades físicas e químicas, antes deterioradas pelo sistema de cultivo intensivo ou convencional.

Cultivo em vazante

São denominadas vazantes as faixas de solos situadas às margens de reservatórios de água, como açudes (Figura 5), barragens, lagoas e

leitos de rios, que são cobertas pela água durante o período chuvoso e descobertas durante a época seca. Essas áreas podem ser exploradas na agricultura dependente de chuva mediante o plantio de diversas culturas [milho, feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), sorgo (*Sorghum bicolor*), macaxeira (*Manihot esculenta*), batata-doce (*Ipomoea batatas*) e arroz (*Oryza sativa*), dentre outras] à medida que a água vai baixando. Para o cultivo em vazante, o preparo do solo deve ser realizado em curva de nível a fim de evitar a erosão e promover o aumento da infiltração da água no solo (Araújo et al., 2004). Além disso, as curvas de nível orientam a formação dos sulcos e camalhões que podem ser preparados com tração animal. De acordo com esses autores, o sistema de plantio em sulcos e camalhões em curvas de nível proporciona produtividade de até 12 t ha⁻¹ de batata-doce e 856 kg ha⁻¹ de grãos de guandu sem uso de adubação e agrotóxicos.

Foto: Roseli Freire de Melo



Figura 5. Cultivo em vazante em açudes no distrito de Pau-Ferro, município de Petrolina, PE.

Para o cultivo em áreas de vazante, o agricultor precisa definir a área de cultivo, associando três fatores importantes: baixa incidência de plantas espontâneas, disponibilidade de água para o crescimento das plantas e fertilidade dos solos. Nessas áreas, têm se destacado o cultivo de arroz,

com produtividade média de 5.680 kg ha⁻¹, de grande importância socioeconômica. Essa produtividade foi obtida na Baixada Maranhense em área caracterizada pela baixa utilização de insumos químicos, onde os trabalhos foram realizados por mão de obra familiar com o uso de tração animal em pequenas áreas (Farias Filho; Ferraz Júnior, 2009).

De modo geral, os solos de vazante são viáveis para serem explorados na agricultura dependente de chuva do Semiárido, pois permitem o cultivo de diversas espécies mesmo após o período chuvoso. Isso representa uma enorme vantagem, pois o que é produzindo no período seco serve de complemento para a produção de inverno, favorecendo a segurança alimentar da família.

Manejo com tração animal

A utilização da tração animal representa uma maneira de mecanizar, de forma eficiente, pequenas áreas, mesmo que o declive seja acentuado. Essa prática pode fazer parte do processo produtivo de diversas culturas como milho, feijão, batata-doce, sorgo e mandioca, dentre outras.

Os animais mais utilizados no processo de tração de implementos são os equídeos e os bovinos. Os bovinos, quando comparados aos cavalos e burros, têm maior capacidade de tração, porém trabalham a uma velocidade menor. Os agricultores da Paraíba, por exemplo, na maioria das vezes, usam a junta de boi para adquirir mais força para execução do trabalho. Em Pernambuco, o burro ainda vem sendo bastante utilizado, principalmente para realização dos tratos culturais, como controle de plantas daninhas e amontoa (Figura 6). Mais informações sobre os tipos e uso de implementos agrícolas de tração animal encontram-se no Capítulo 5 (intitulado Máquinas, Implementos e Equipamentos Utilizados na Agricultura Familiar).

O manejo do solo por tração animal pode contribuir para reduzir os impactos mecânicos no solo, aumentando a área cultivada, reduzindo os desmatamentos e a necessidade de mão de obra e, assim, aumentando a produtividade e reduzindo a dependência de trator. Nessa situação, prevalecem os cuidados com o animal, e a dependência de combustível é eliminada. A tecnologia é de baixo custo e privilegia recursos já disponíveis ao pequeno produtor (geralmente o animal de tração faz parte da criação com manejo igual aos demais animais).

Foto: Roseli Freire de Melo



Figura 6. Preparo do solo com tração animal utilizando bovino (A) e capina realizada com tração com equídeo (B).

Manejo mecanizado

A mecanização agrícola é uma alternativa para reduzir o uso de mão de obra e aumentar a produtividade do trabalho, pois permite aumento da área trabalhada (Figura 7). Ao mesmo tempo em que apresenta vantagens, a mecanização pode trazer alguns problemas ao solo, como a compactação (Souza et al., 2006). Assim, alguns cuidados devem ser considerados, pois a utilização constante de equipamentos (como a grade aradora ou o arado de discos), trabalhando sempre numa mesma profundidade, pode provocar a compactação logo abaixo da camada preparada. É o chamado pé-de-grade ou pé-de-arado. Essa camada compactada pode trazer sérios prejuízos ao agricultor, pois diminui a infiltração da água no solo e acarreta o consequente aumento do escorramento superficial, causando erosão, carreando a matéria orgânica e os nutrientes disponíveis da camada mais superficial do solo e afetando o desenvolvimento das plantas.

O solo arado fica livre de plantas daninhas, mas, ao mesmo tempo, fica livre também de outras coberturas vegetais. Numa região como o Semiárido, onde se tem chuvas fortes e concentradas num período curto de tempo, essa situação é ideal para a ocorrência da erosão, pois o impacto da gota da chuva num solo descoberto resulta numa crosta ou selamento da superfície do solo. A fina crosta que é formada favorece o escoamento superficial e diminui a infiltração de água no solo.



Foto: Roseli Freire de Melo

Figura 7. Preparo do solo mecanizado com grade.

Embora a maior parte dos obstáculos à mecanização tenha caráter permanente ou seja de difícil remoção a ponto de torná-la economicamente inviável, esses fatores não constituem impedimentos às atividades de grande parte dos agricultores da região semiárida, pois eles utilizam mais frequentemente ferramentas manuais, como enxadas e/ou tração animal, para cultivar as suas terras.

Adubação

A adubação é uma prática de manejo importante para a correção e manutenção da fertilidade do solo e deve ser realizada de acordo com as características do solo e com a necessidade de nutrientes (disponível em manuais de adubação regionais) da cultura que será plantada na área. As características do solo podem ser conhecidas com a realização de uma análise de solo.

Com relação à análise de solo, é importante que as amostras de solo sejam coletadas de forma a serem representativas da área. Para isso,

devem-se coletar as amostras em profundidade condizente com a profundidade de solo que será explorada pelo sistema radicular da cultura. Também é importante que várias amostras sejam coletadas na área de interesse e misturadas para formar uma amostra composta, que deverá ser encaminhada ao laboratório para as análises. De forma geral, recomenda-se que, para áreas de até 3 ha, sejam coletadas 15 amostras simples para formar uma amostra composta; para áreas entre 3 ha e 5 ha, sejam coletadas 20 amostras simples; e, para áreas com mais de 5 ha, sejam coletadas 30 amostras simples.

Outra observação importante é que não devem ser coletadas amostras em locais onde se deposita adubo, esterco ou palha nem próximos a residências, estradas ou cercas. As amostras de solo que serão encaminhadas ao laboratório devem ser colocadas em sacos plásticos limpos e identificados com o nome do proprietário e a área de origem da amostra. Para acondicionar as amostras, nunca devem ser reutilizados sacos de adubo ou outras embalagens já usadas.

As análises de solo são importantes para a aplicação de doses corretas de fertilizantes nem acima nem abaixo do que as plantas necessitam, o que poderia comprometer a produtividade da cultura. Com o resultado da análise de solo em mãos, o produtor deve procurar um engenheiro-agronomo que fará a recomendação das quantidades necessárias de fertilizante para cada área considerando a disponibilidade de adubos na região.

Na região Nordeste, o número de estabelecimentos que fazem uso de adubação química ainda é pequeno. Dos 2.454.006 estabelecimentos da região, apenas 432.654 (ou seja, 17,6%) utilizam algum tipo de adubação (IBGE, 2006). Os principais adubos utilizados nessas propriedades são os nitrogenados e o esterco animal.

Adubação orgânica

Algumas práticas e estratégias são necessárias para que as culturas expressem seu potencial genético de produtividade e para que o solo se mantenha fértil. A utilização de adubos orgânicos é uma delas. Adubação orgânica parte do pressuposto de que serão utilizados fertilizantes orgânicos ou outros insumos de origem animal ou vegetal para fornecer nutrientes

às plantas requerentes. A decomposição é o principal processo envolvido para que elementos que constituem tecidos vegetais, animais ou excretas sejam mineralizados, o que pode ocorrer no campo ou de modo mais sofisticado, em laboratórios e fábricas de adubos orgânicos. No presente capítulo, serão apresentadas estratégias que podem ser utilizadas facilmente pelos agricultores sem a necessidade de aquisição de produtos de origem orgânica. Assim, serão descritas as principais características e formas de uso de adubos verdes, esterco, biofertilizantes, insumos provenientes do processo de compostagem e húmus.

Adubação verde

Espécies de leguminosas, gramíneas, oleaginosas e crucíferas [feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*), sorgo (*Sorghum bicolor*), mamona (*Ricinus communis*) e pinhão-manso (*Jatropha curcas*), entre outras], desde que tenham bom desenvolvimento sob as condições edafoclimáticas do local, podem ser utilizadas como adubos verdes (Figura 8). A adubação verde tem como objetivos promover a ciclagem de nutrientes (troca de nutrientes), adicionar nitrogênio e aumentar o estoque do carbono do solo, proteger o solo dos extremos de temperatura e das chuvas erosivas, promover a diversidade edáfica e diminuir a incidência de pragas, doenças e plantas espontâneas.



Foto: Roseli Freire de Melo

Figura 8. Cultivos de mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) consorciada com milheto (*Pennisetum glaucum*) (A) e de feijão-guandu (*Cajanus cajan*) (B) para serem utilizados como adubos verdes.

Embora exista grande número de benefícios atribuídos à adubação verde, Calegari (2014) destaca que as espécies com potencial de utilização como adubos verdes são pouco exploradas, que as informações são ainda em número restrito e que não estão a pleno alcance dos agricultores, o que reduz seu potencial de uso e benefícios.

Como a adubação verde produz resíduos que podem ser fornecidos aos rebanhos de caprinos e ovinos, no Semiárido brasileiro, há maior dificuldade para que a fitomassa aérea permaneça sobre o solo, atuando como cobertura morta. Entretanto, estudos realizados na região relataram sua viabilidade e benefícios. Um dos exemplos foi descrito por Faria et al. (2007) em Argissolo Amarelo Eutrófico no estado de Pernambuco. Os autores observaram que o uso de adubos verdes contribuiu para melhoria da fertilidade do solo, principalmente nas camadas de 0 cm a 10 cm e de 10 cm a 20 cm quando comparados aos tratamentos com calagem e adubação mineral.

Uma outra técnica que se tem mostrado promissora é a semeadura de uma mistura de várias espécies e famílias (por exemplo, leguminosas, gramíneas e oleaginosas, entre outras), que pode ser denominada de coquetel vegetal (Guilherme et al., 2007; Rodrigues et al., 2012; Giongo et al., 2014). O objetivo dessa prática é consorciar plantas com características distintas que se complementam, potencializando os efeitos benéficos para o solo e para o cultivo subsequente. A utilização de coquetéis vegetais pode ser uma alternativa viável à produção sustentável, pois tem o potencial de adicionar maiores quantidades de fitomassa aérea e radicular ao solo, incorporando, ao longo do tempo, compostos orgânicos que mantêm os nutrientes na zona de absorção, favorecendo o bom desenvolvimento do sistema de produção.

Uso do esterco

O uso de dejetos é uma prática que remonta ao princípio da história da agricultura. Perdeu um pouco de ênfase no século 19 devido à industrialização, utilização da adubação mineral e necessidade de produzir alimentos em larga escala para uma população mundial que crescia numa escala exponencial. Entretanto, essa prática nunca deixou de existir e, no

Brasil, está principalmente associada à agricultura em pequena escala, orgânica e agroecológica (Salazar et al., 2005).

Apesar do baixo teor de nutrientes [não mais do que 10% a 20% da sua constituição, quando comparado com os fertilizantes inorgânicos (Meurer, 2010)], o esterco é de fundamental importância para a agricultura pelo fato de atuar na melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo (Figura 9). Estudos realizados por Melo et al. (2009), demonstrando a importância do uso do esterco na agricultura dependente de chuva, observaram que a adição de 3 L m⁻¹ de esterco de caprinos ao longo da linha de plantio aumentou em 85% e 105%, respectivamente, as produtividades do milho e do feijão-caipi em Latossolo Vermelho-Amarelo localizado em Pernambuco.



Foto: Roseli Freire de Melo

Figura 9. Adubação com esterco de caprino na linha de plantio.

De modo geral, os estercos ainda são poucos utilizados nos cultivos dependentes de chuvas no Semiárido. Geralmente, são comercializados para gerar renda extra às famílias. Sendo assim, há necessidade de sensibilizar os agricultores, por meio da transferência de informações e tecnologias, quanto à importância e aos benefícios socioeconômicos e ambientais do uso desse insumo como fonte de matéria orgânica e nutrientes.

Biofertilizantes

Os biofertilizantes são adubos orgânicos líquidos obtidos da fermentação anaeróbica e/ou aeróbica de materiais orgânicos diversos (Figura 10). Os principais resíduos utilizados são os provenientes da lavoura e os dejetos de animais, com composição variada de nutrientes essenciais às plantas. Esses adubos orgânicos também atuam como defensivos agrícolas, erradicando pragas, doenças e insetos.

Foto: Francisco Vilela Rezende



Figura 10. Biofertilizante em sistema aeróbico (A) e anaeróbico (B).

Os biofertilizantes destacam-se por não serem poluentes, serem de baixo custo e de fácil fabricação, por utilizarem resíduos que podem ser encontrados facilmente em qualquer propriedade rural e por apresentarem pH básico (aproximadamente 7,5), atuando como corretivos de pH do solo. São uma ótima alternativa para agricultura dependente de chuva no Semiárido em culturas como hortaliças e frutíferas. Os biofertilizantes também vêm sendo utilizados nos cultivos hidropônicos (com uso de solução nutritiva) e na cultura de milho para alimentação animal.

De acordo com Tomita et al. (2007), as etapas de preparo do biofertilizante são:

- a) Mistura dos ingredientes (terra de mata, composto orgânico ou esterco, farelo de arroz ou algodão, farelo de mamona, farinha de ossos, resíduo de sementes, cinzas, rapadura ou açúcar mascavo, amido de mandioca e água).
- b) Adição de água em um tambor ou bombona plástica.

- c) Agitação três vezes ao dia durante 5 minutos ou aeração com auxílio de compressor de ar em intervalos programados de 1 hora. Após 8 dias, o biofertilizante pode ser utilizado.

Silva et al. (2007) descrevem a elaboração de três dos principais biofertilizantes difundidos e utilizados no Semiárido, denominados de “vairo”, “agrobon” e “fermentado de rúmen”.

Compostagem

A compostagem é um processo bioquímico de ciclagem do material orgânico de origem vegetal (folhas, ramos, cascas e bagaços de frutos, etc.) ou animal (dejetos de caprinos, ovinos, bovinos, equinos, bem como restos de carcaças) mediado por microrganismos e que resulta em composto orgânico que pode ser utilizado como fonte de nutrientes para os cultivos e matéria orgânica para o solo. Entretanto, a formação do composto depende da interação entre os microrganismos, da aeração, da temperatura, da umidade e do tipo de material orgânico utilizado.

A agricultura familiar no Semiárido, assim como nas demais regiões, envolve, por sua natureza, um sistema de produção de estrutura diversificada, que gera diferentes tipos de resíduos orgânicos. Ao passarem pelo processo de compostagem, esses resíduos podem ser transformados em um produto ambientalmente adequado e de maior valor agregado, e seu excedente pode ser comercializado como adubo orgânico.

Basicamente, para o preparo de um composto, é necessário observar a relação carbono/nitrogênio (C/N) dos materiais/insumos para que seja favorável ao metabolismo dos microrganismos (Barbosa, 2009). Kiehl (2002) sugere que 70% dos materiais sejam ricos em carbono [bagaço de coco (*Cocos nucifera*), palha de milho e restos de capins, entre outros], que têm alta relação C/N, e 30% ricos em nitrogênio [estercos, palhas de feijão e material vegetal de leucena e gliricídia, entre outras], que têm baixa relação C/N e são de fácil decomposição.

Com o objetivo de avaliar o impacto de diferentes compostos no desenvolvimento de plantas e nas características químicas do solo, Silva et al. (2013) elaboraram três compostos com ingredientes regionais que foram posteriormente caracterizados (Tabelas 4 e 5) e que podem servir de

parâmetro para analisar as proporções dos ingredientes utilizados e o teor de nutrientes que fornecem.

Tabela 4. Composição, teores de carbono (C) e nitrogênio (N), relação carbono/nitrogênio (C/N) e proporção dos insumos usados na elaboração de três tipos de compostos com ingredientes regionais e/ou enriquecidos com fósforo e micronutrientes.

| Insumo | C | N | C/N | Composto 1 | Composto 2 | Composto 3 |
|---|------------------|---------------|-------|------------|------------|------------|
| | ----- g/kg ----- | ----- % ----- | | | | |
| Planta de cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) | 497,6 | 4,06 | 122,5 | 0 | 50 | 23,3 |
| Folha de bananeira (<i>Musa sp.</i>) | 465,1 | 8,12 | 57,3 | 50 | 0 | 23,3 |
| Folha de coqueiro (<i>Cocos nucifera</i>) | 517,5 | 8,12 | 63,7 | 0 | 0 | 23,4 |
| Folha de mangueira (<i>Mangifera indica</i>) | 506,9 | 11,0 | 46,0 | 0 | 12 | 7 |
| Folha de pau-de-besouro | 508,5 | 17,1 | 29,2 | 20 | 10 | 0 |
| Esterco de caprinos | 174,7 | 12,2 | 14,3 | 20 | 25 | 20 |
| Torta de mamona | 350,0 | 60,00 | 5,8 | 10 | 0 | 0 |
| Pó de rocha MB4 | | | | 0 | 3 | 0 |
| Termofosfato | | | | 0 | 3 | 3 |

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2013).

A utilização de compostos está diretamente relacionada com o aumento da produtividade dos cultivos e constitui também um excelente substrato para a produção de mudas. Isso ocorre porque os compostos orgânicos são fontes de nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio e micronutrientes, aumentam a capacidade de troca catiônica, melhoram a porosidade, infiltração, drenagem e armazenamento de água no solo e, segundo Inácio e Miller (2009), tornam o ambiente favorável ao desenvolvimento de microrganismos benéficos ao solo.

Tabela 5. Relação carbono/nitrogênio (C/N) e composição química de compostos elaborados com ingredientes regionais e/ou enriquecidos com fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) e os micronutrientes boro (B), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn).

| Composto | C/N | C | N | P | K | Ca | Mg | S | B | Cu | Mn | Zn |
|----------|------|--------------------|------|------|-----|------|------|------|---------------------|----|-------|-----|
| | | g kg ⁻¹ | | | | | | | mg kg ⁻¹ | | | |
| 1 | 19,6 | 314,7 | 16,4 | 3,7 | 2,8 | 9,4 | 3,6 | 1,99 | 42 | 15 | 302 | 87 |
| 2 | 13,1 | 159,6 | 12,2 | 2,5 | 2,8 | 15,1 | 11,9 | 1,77 | 41 | 13 | 360 | 69 |
| 3 | 13,5 | 141,2 | 10,4 | 10,5 | 3,6 | 22,8 | 8,2 | 1,37 | 99 | 23 | 1.099 | 416 |

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2013).

Húmus

A vermicompostagem é o processo pelo qual materiais orgânicos de origem e composição variadas passam pelo trato intestinal de anelídeos, como minhocas, e formam um composto orgânico de alto valor agregado denominado húmus. É importante destacar que o processo de vermicompostagem ocorre basicamente em dois estágios. No primeiro, o material orgânico de origem animal e/ou vegetal é compostado convencionalmente com o objetivo de não submeter os anelídeos à temperatura mais elevada, típica da fase inicial do processo de decomposição. No segundo (denominado de estabilização), o material orgânico previamente compostado recebe uma população de minhocas.

O húmus de minhoca é uma forma de adubação muito barata que pode ser usada facilmente por qualquer produtor. A produção desse adubo pode ser realizada na própria propriedade, o que diminui custos com a aquisição de insumos industriais.

O húmus liberado por esses pequenos animais apresenta coloração escura (semelhante ao pó de café) e odor assemelhado ao de solo de mata. O húmus de minhocas contribui para a melhoria da fertilidade do solo por meio da disponibilização de nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas. Dentre os nutrientes, destacam-se nitrogênio, fósforo e potássio, além da presença de bioestimulante, como a auxina, hormônio responsável pelo desenvolvimento radicular das plantas.

Todos esses nutrientes são facilmente absorvidos pela planta, o que torna o húmus de minhoca muito eficiente. Vale lembrar que as minhocas, além de produzirem esse importante adubo, são responsáveis pela aeração do solo e, portanto, são ótimas para a agricultura.

Adubação química

A adubação deve sempre ser realizada de acordo com a demanda de nutrientes da cultura e a capacidade do solo de suprir essa demanda. No planejamento da adubação química, devem ser levados em consideração ainda a disponibilidade de fertilizantes no local os teores de nutrientes e o preço de cada uma das opções disponíveis.

As doses de fertilizantes a serem aplicadas seguem recomendações específicas para cada região. A seguir, são apresentadas as Tabelas 6 a 18 de adubação para as principais espécies cultivadas por agricultores familiares no Semiárido.

Tabela 6. Recomendação de adubação para a batata-doce (*Ipomea batatas*) cultivada na densidade de plantio de 40 mil plantas por hectare, com espaçamento de 1,00 m x 0,25 m.

| Teor no solo | Plantio | | Cobertura (kg ha ⁻¹) |
|---|----------------|--|-------------------------------------|
| | Nitrogênio (N) | | |
| não considerado | 20 | 20 | |
| mg dm ⁻³ de P | | Fósforo (P ₂ O ₅) | |
| < 11 | 60 | 50 | |
| 11-20 | 40 | 30 | |
| > 20 | 30 | 20 | |
| cmol _c dm ⁻³ de K | | Potássio (K ₂ O) | |
| < 0,12 | 50 | 40 | |
| 0,12-0,23 | 30 | 30 | |
| > 0,23 | 20 | 20 | |

Fonte: Cavalcanti (2008).

Tabela 7. Recomendação de adubação para o feijão-comum de arranca (*Phaseolus vulgaris*) cultivado na densidade de plantio de 300 mil plantas por hectare (3 plantas por cova), com espaçamento de 0,5 m x 0,2 m.

| Teor no solo | Plantio | Cobertura |
|---|------------------------|--|
| | (kg ha ⁻¹) | |
| Nitrogênio (N) | | |
| não considerado | - | 40 |
| mg dm ⁻³ de P | | Fósforo (P ₂ O ₅) |
| < 11 | 60 | - |
| 11-20 | 40 | - |
| > 20 | 20 | - |
| cmol _c dm ⁻³ de K | | Potássio (K ₂ O) |
| < 0,12 | 45 | - |
| 0,12-0,23 | 30 | - |
| > 0,23 | 15 | - |

Fonte: Cavalcanti (2008).

Tabela 8. Recomendação de adubação para o feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*) cultivado na densidade de plantio de 62,5 mil plantas por hectare (3 plantas por cova), com espaçamento de 0,8 m x 0,6 m, no sistema ramador; densidade de plantio 125 mil plantas por hectare (3 plantas por cova), com espaçamento de 0,6 m x 0,4 m, no sistema moita.

| Teor no solo | Plantio | Cobertura |
|---|------------------------|--|
| | (kg ha ⁻¹) | |
| Nitrogênio (N) | | |
| não considerado | - | 30 |
| mg dm ⁻³ de P | | Fósforo (P ₂ O ₅) |
| < 11 | 60 | - |
| 11-20 | 30 | - |
| > 20 | 15 | - |
| cmol _c dm ⁻³ de K | | Potássio (K ₂ O) |
| < 0,12 | 40 | - |
| 0,12-0,23 | 20 | - |
| > 0,23 | 10 | - |

Fonte: Cavalcanti (2008).

Tabela 9. Recomendação de adubação para o gergelim (*Sesamum indicum*) cultivado na densidade de plantio de 100 mil plantas por hectare, com espaçamento de 1,0 m x 0,1 m.

| Teor no solo | Plantio | 1 ^a cobertura | 2 ^a cobertura |
|--|---------|--------------------------|--------------------------|
| | | (kg ha ⁻¹) | |
| Nitrogênio (N) | | | |
| não considerado | - | 25 | 25 |
| Fósforo (P ₂ O ₅) | | | |
| < 11 | 80 | - | - |
| 11-20 | 60 | - | - |
| > 20 | 40 | - | - |
| Potássio (K ₂ O) | | | |
| < 0,12 | - | - | 60 |
| 0,12-0,23 | - | - | 40 |
| > 0,23 | - | - | 20 |

1^a cobertura: após o desbaste.

2^a cobertura: 20 dias após a primeira.

Fonte: Cavalcanti (2008).

Tabela 10. Recomendação de adubação para a macaxeira (*Manihot esculenta*) cultivada na densidade de plantio de 16.666 plantas por hectare, com espaçamento de 1,0 m x 0,6 m.

| Teor no solo | Plantio | Cobertura |
|--|---------|------------------------|
| | | (kg ha ⁻¹) |
| Nitrogênio (N) | | |
| não considerado | 15 | 20 |
| Fósforo (P ₂ O ₅) | | |
| < 11 | 60 | - |
| 11-20 | 30 | - |
| > 20 | 15 | - |
| Potássio (K ₂ O) | | |
| < 0,12 | 40 | - |
| 0,12-0,23 | 20 | - |
| > 0,23 | 10 | - |

Fonte: Cavalcanti (2008).

Tabela 11. Recomendação de adubação para o milheto forrageiro (*Pennisetum glaucum*) cultivado na densidade de plantio de 300 mil plantas por hectare, com espaçamento de 0,5 m entre linhas e 15 plantas por metro linear.

| Teor no solo | Plantio | Cobertura |
|---|------------------------|--|
| | (kg ha ⁻¹) | |
| Nitrogênio (N) | | |
| não considerado | 20 | 30 |
| mg dm ⁻³ de P | | Fósforo (P ₂ O ₅) |
| < 11 | 60 | - |
| 11-30 | 40 | - |
| > 30 | 20 | - |
| cmol _c dm ⁻³ de K | | Potássio (K ₂ O) |
| < 0,12 | 30 | - |
| 0,12-0,38 | 20 | - |
| > 0,38 | - | - |

Fonte: Cavalcanti (2008).

Tabela 12. Recomendação de adubação para a cultura do milho (*Zea mays*), cultivado na densidade de plantio de 50 mil a 62,5 mil plantas por hectare, com espaçamento de 0,8 m a 1,0 m e 5 plantas por metro linear.

| Teor no solo | Plantio | Cobertura |
|---|------------------------|--|
| | (kg ha ⁻¹) | |
| Nitrogênio (N) | | |
| não considerado | 30 | 40 |
| mg dm ⁻³ de P | | Fósforo (P ₂ O ₅) |
| < 11 | 30 | - |
| 11-30 | 20 | - |
| > 30 | 10 | - |
| cmol _c dm ⁻³ de K | | Potássio (K ₂ O) |
| < 0,12 | 30 | - |
| 0,12-0,38 | 20 | - |
| > 0,38 | - | - |

Fonte: Cavalcanti (2008).

Tabela 13. Recomendação de adubação para o milho-verde ou para forragem (*Zea mays*) cultivado na densidade de plantio de 50 mil (verde) a 62,5 mil (forragem) plantas por hectare, com espaçamento de 0,8 m (forragem) a 1,0 m (verde) entre linhas e 5 plantas por metro linear.

| Teor no solo | Plantio | Cobertura |
|---|--|-----------|
| | (kg ha ⁻¹) | |
| Nitrogênio (N) | | |
| não considerado | 20 | 40 |
| mg dm ⁻³ de P | Fósforo (P ₂ O ₅) | |
| < 11 | 60 | - |
| 11-30 | 40 | - |
| > 30 | 20 | - |
| cmol _c dm ⁻³ de K | Potássio (K ₂ O) | |
| < 0,12 | 30 | - |
| 0,12-0,38 | 20 | - |
| > 0,38 | - | - |

Fonte: Cavalcanti (2008).

Tabela 14. Recomendação de adubação para a palma-forrageira (*Opuntia ficus-indica*) cultivada nas diferentes densidades de plantio.

| Teor no solo | Plantio | | | Crescimento | | | Segundo ciclo em diante | | |
|---|--|----------------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | 5 mil a 10 mil plantas por hectare | 20 mil plantas por hectare | 40 mil plantas por hectare | 5 mil a 10 mil plantas por hectare | 20 mil plantas por hectare | 40 mil plantas por hectare | 5 mil a 10 mil plantas por hectare | 20 mil plantas por hectare | 40 mil plantas por hectare |
| Nitrogênio (N) (kg ha ⁻¹) | | | | | | | | | |
| não considerado | - | - | - | 40 | 100 | 200 | 40 | 100 | 200 |
| mg dm ⁻³ de P | Fósforo (P ₂ O ₅) | | | | | | | | |
| <11 | 50 | 80 | 100 | - | - | - | 40 | 60 | 80 |
| 11-30 | - | 25 | 50 | - | - | - | 40 | 60 | 80 |
| >30 | - | - | - | - | - | - | 40 | 60 | 80 |
| cmol _c dm ⁻³ de K | Potássio (K ₂ O) | | | | | | | | |
| <0,12 | 60 | 100 | 130 | - | - | - | 60 | 100 | 130 |
| 0,12-0,38 | 30 | 50 | 65 | - | - | - | 60 | 100 | 130 |
| >0,38 | - | - | - | - | - | - | 60 | 100 | 130 |

Fonte: Cavalcanti (2008).

Tabela 15. Recomendação de adubação para pastagens (*Urochloa* spp., *Digitaria decumbens*, *Pennisetum purpureum*, *Panicum maximum*, *Cenchrus ciliaris*, *Urochloa mosambicensis*).

| Teor no solo | Implantação | | |
|---|--|-------------|------------|
| | Plantio | Crescimento | Manutenção |
| | (kg ha ⁻¹) | | |
| | Nitrogênio (N) | | |
| não considerado | - | 80 | 40 |
| mg dm ⁻³ de P | Fósforo (P ₂ O ₅) | | |
| < 11 | 100 | - | 60 |
| 11-20 | 60 | - | 40 |
| > 20 | 30 | - | 20 |
| cmol _c dm ⁻³ de K | Potássio (K ₂ O) | | |
| < 0,12 | 120 | - | 70 |
| 0,12-0,23 | 80 | - | 50 |
| > 0,23 | 40 | - | 20 |

Fonte: Cavalcanti (2008).

Tabela 16. Recomendação de adubação para o sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*) cultivado na densidade de plantio de 150 mil plantas por hectare, com espaçamento de 0,8 m entre linhas e 12 plantas por metro linear.

| Teor no solo | Plantio | Cobertura |
|---|--|-----------|
| | (kg ha ⁻¹) | |
| | Nitrogênio (N) | |
| não considerado | 30 | 60 |
| mg dm ⁻³ de P | Fósforo (P ₂ O ₅) | |
| < 11 | 60 | - |
| 11-30 | 40 | - |
| > 30 | 20 | - |
| cmol _c dm ⁻³ de K | Potássio (K ₂ O) | |
| < 0,12 | 30 | - |
| 0,12-0,38 | 20 | - |
| > 0,38 | - | - |

Fonte: Cavalcanti (2008).

Tabela 17. Recomendação de adubação para cultivar de porte superior a 1,6 m de sorgo granífero (*Sorghum bicolor*) cultivado na densidade de plantio de 150 mil plantas por hectare, com espaçamento de 0,8 m entre linhas e 12 plantas por metro linear.

| Teor no solo | Plantio | | Cobertura (kg ha ⁻¹) |
|---|---------|--|-------------------------------------|
| | | Nitrogênio (N) | |
| não considerado | 20 | 40 | |
| mg dm ⁻³ de P | | Fósforo (P ₂ O ₅) | |
| < 11 | 40 | - | |
| 11-30 | 25 | - | |
| > 30 | 15 | - | |
| cmol _c dm ⁻³ de K | | Potássio (K ₂ O) | |
| < 0,12 | 20 | - | |
| 0,12-0,38 | 15 | - | |
| > 0,38 | - | - | |

Fonte: Cavalcanti (2008).

Como as demandas de nutrientes, nas tabelas acima, são dadas em kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O), o cálculo da dose de fertilizante a ser aplicado também deve levar em conta os teores desses nutrientes disponíveis em cada fertilizante. Os teores de nutrientes nos fertilizantes minerais mais comuns são apresentados na Tabela 18 abaixo.

Tabela 18. Teores de nitrogênio (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O) mais comuns nos fertilizantes minerais.

| Fertilizante | Teor de nutrientes (%) | | |
|--------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Sulfato de amônio | 21 | | |
| Cloreto de amônio | 25 | | |
| Fosfato monoamônio (MAP) | 9 | 48 | |
| Fosfato diamônio (DAP) | 16 | 45 | |
| Nitrato de cálcio | 16 | | |
| Nitrato de potássio | 13 | | 44 |
| Ureia | 44 | | |
| Superfosfato simples | | 18 | |
| Superfosfato triplo | | 41 | |
| Cloreto de potássio | | | 60 |

Fonte: Cavalcanti (2008).

A seguir, exemplifica-se o uso dessas recomendações de adubação ao cálculo das quantidades de fertilizantes a ser aplicado em uma lavoura de sorgo forrageiro.

Suponha-se que o produtor deseje adubar uma área de 1 ha usando como fontes de nutrientes a ureia (44% de N), o superfosfato simples (18% de P₂O₅) e o cloreto de potássio (60% de K₂O). Os resultados da análise de solo da área onde a lavoura será implantada indicaram 20 mg dm⁻³ de fósforo no solo e 0,15 cmol_c dm⁻³ de potássio. De acordo com a Tabela 16, seria necessário adicionar 30 kg ha⁻¹ de N, 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 20 kg ha⁻¹ de K₂O no plantio e mais 60 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

Para calcular as quantidades de fertilizantes, fazem-se cálculos com regra de três considerando os teores de nutrientes existentes nos fertilizantes (conforme o rótulo) ou, caso não disponível, os teores médios apresentados na Tabela 18.

Assim, as quantidades de fertilizantes a serem aplicadas no plantio são de 68,2 kg de ureia (30 kg de N x 100%/44%), de 222,2 kg de superfosfato simples (40 kg de P₂O₅ x 100%/18%) e de 33,3 kg de cloreto de potássio (20 kg de K₂O x 100%/60%). Para o fornecimento 60 kg de N em cobertura, são necessários 136,4 kg de ureia (60 kg de N x 100%/44%).

Práticas conservacionistas

Práticas de caráter mecânico

As práticas conservacionistas de caráter mecânico são aquelas que recorrem a estruturas artificiais para promover a disposição adequada de porções de terra com as finalidades de reduzir a velocidade de escoamento da enxurrada e aumentar a infiltração no solo. Com isso, se reduzem a desagregação e o transporte das partículas de solo, pois esses processos estão diretamente relacionados à intensidade e à duração da chuva, à resistência do material de origem e à declividade da superfície do solo. As práticas conservacionistas mecânicas são complementares às práticas vegetativas.

O grau com que o solo resiste às forças de impacto da chuva e ao escoamento é fator determinante na estimativa das perdas de solo (Bertoni; Lombardi Neto, 1999). Existem várias práticas mecânicas que podem

contribuir para a conservação do solo e da água; dentre as principais, encontram-se o cultivo em contorno ou em nível e a captação de água in situ, ou seja, no próprio local.

No contexto dos sistemas agrícolas dependentes de chuva no Semi-árido, considerando a predominância da pequena propriedade rural, prevalece o método tradicional de cultivo mínimo, que utiliza a enxada e a semeadura em covas, dando origem a uma pequena depressão, que é capaz de armazenar água da chuva. Esse sistema é aparentemente pouco agressivo ao meio ambiente, mas, como o solo não foi preparado (arado), a sua superfície se apresenta ligeiramente compactada, dificultando a infiltração da água e facilitando o escoamento superficial, que contribui para o processo erosivo (Brito et al., 2008). Portanto, técnicas de preparo em contorno são recomendadas para áreas com declive e podem ser associadas também à técnica de captação in situ, uma vez que, além de aumentarem a disponibilidade de água para as plantas, conservam o solo e os adubos no próprio local de plantio (Silva; Porto, 1982; Anjos et al., 2000).

Cultivo em contorno ou em curva de nível

O cultivo em contorno ou curva de nível (Figura 11) tem por objetivos reduzir a erosão e facilitar os tratos culturais da lavoura. Essa técnica consiste nas operações de cultivo no sentido transversal ao declive seguindo curvas de nível, o que reduz as perdas de solo e água em até 80%. Quando o preparo do solo é feito “morro abaixo”, isso é, no sentido do declive, o processo de erosão é facilitado e aumentam as perdas de solo e água. Por isso, o cultivo em contorno é uma das práticas conservacionistas mais eficientes para o controle da erosão e redução do escoamento superficial, uma vez que possibilita o aumento da infiltração de água no solo. Essa prática também é utilizada na agricultura em vazante, cujo nível é determinado pelo gradiente de umidade do solo.

Captação in situ

A captação in situ consiste no preparo do solo utilizando técnicas de captação de água de chuva no próprio local. É prática de manejo e de conservação de solo e água que tem sido recomendada para a agricultura

Foto: Roseli Freire de Melo

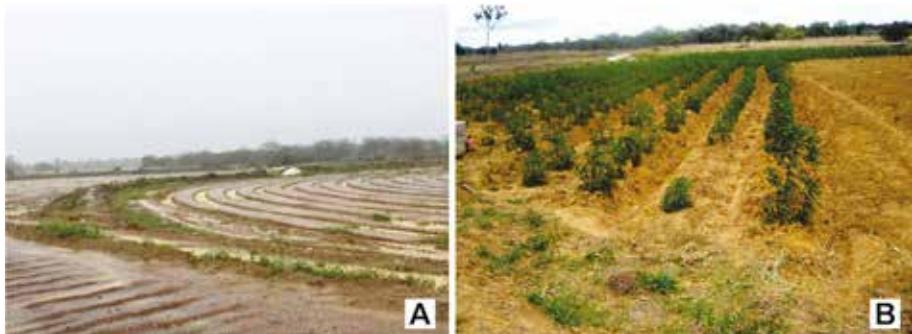


Figura 11. Sistema de preparo de solo em curva de nível (A) e plantio com macaxeira (*Manihot esculenta*) (B).

dependente de chuva devido à irregularidade e intensidade das chuvas no Semiárido. O uso dessa prática visa reduzir os riscos de perda da lavoura devido ao favorecimento da infiltração da água no solo, o que ameniza os efeitos do deficit hídrico ocorrido em anos de pouca precipitação pluviométrica e/ou de precipitação concentrada em curto período de tempo. A captação in situ pode ser implantada usando-se tanto a tração mecânica quanto a tração animal (Duret et al., 1986). Dentre os métodos de preparo de solo com captação in situ, podem ser citados: Guimarães Duque, sulco barrado, aração parcial, camalhões inclinados ou sistema W e sulcamento pré e pós-plantio. Mais detalhes sobre essas práticas serão abordados no Capítulo 5 (Máquinas, Implementos e Equipamentos Utilizados na Agricultura Familiar).

Práticas vegetativas

As práticas vegetativas podem ser medidas e associadas aos princípios de sustentabilidade com o objetivo de reduzir impactos negativos dos cultivos, como erosão, salinização, desertificação, lixiviação de nutrientes e perda de água, entre outros.

Dentre as práticas vegetativas, destacam-se rotação de culturas, consórcio, cobertura morta e cultivos em faixas. Essas devem ser aplicadas considerando as diferentes características edafoclimáticas, sociais e culturais das distintas regiões que compõem o Semiárido.

Rotação de culturas

A rotação de culturas refere-se a uma prática conservacionista de solo e água que objetiva reduzir a degradação por meio do cultivo alternado de diferentes espécies vegetais na mesma área, seguindo um planejamento e respeitando as características edafoclimáticas, o contexto econômico e as oportunidades de mercado. Dessa forma, a rotação de culturas para uma mesma área ocorre em anos alternados utilizando as principais culturas de base familiar, a exemplo de milho, feijão-caipi, feijão-comum de arranca (*Phaseolus vulgaris*), sorgo, macaxeira e algodão, entre outras.

No âmbito da agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido brasileiro, é difícil realizar essa prática no mesmo ano devido ao fato de o período de chuvas ser muito curto (não ultrapassando 5 meses). Por isso, muitos agricultores optam por cultivos consorciados.

Cordões de vegetação em contorno

Os cordões de vegetação em contorno constituem uma técnica que objetiva controlar a erosão em áreas com declividade por meio do uso de espécies de plantas (que podem ter um retorno econômico) cultivadas em faixas e em nível (de modo semelhante aos terraços ou curvas de nível), com uma largura que pode variar entre 1 m e 2 m. Os cordões ficam no entorno da área que será cultivada e que está propensa à erosão e devem ser posicionados no ponto mais baixo de áreas declivosas. A eficiência dessa prática conservacionista pode ser equivalente à dos terraços. Geralmente, podem-se usar capim-elefante, cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) e palma-forrageira (*Opuntia ficus-indica*) cultivados em contorno de modo a segmentar o comprimento dos declives. Assim, diminuem-se o volume e a velocidade das enxurradas e possibilita-se a deposição de sedimentos nessas faixas de plantas.

Para a agricultura dependente de chuva do Semiárido, os cordões de vegetação são uma opção mais viável quando comparada com outras práticas conservacionistas, devido ao baixo custo e à facilidade de implantação. Além disso, têm potencial de diminuir cerca de 80% das perdas de solo e 60% das perdas de água.

Consórcios

No Semiárido, devido à restrição hídrica, a agricultura dependente de chuva é diversificada. Nesse sentido, Lira et al. (2012) enfatizaram que existem diferentes arranjos, como os sistemas agroflorestais, silvipastoris, agrossilvipastoris e outros, que incluem o manejo da Caatinga (manutenção da mata nativa) em consórcio com plantas cultivadas e com produção animal. Existem também outras opções de cultivos em consórcio, como milho com feijão-fava (*Phaseolus lunatus*), milho com feijão-comum de arranca (Figura 12) e milho com batata-doce (Figura 13).

Foto: Roseli Freire de Melo

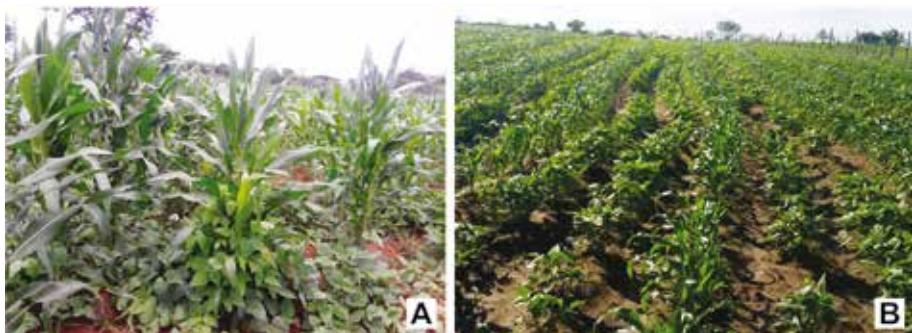


Figura 12. Cultivo em consórcio de milho (*Zea mays*) com feijão-fava (*Phaseolus lunatus*) (A) e milho com feijão-comum de arranca (*Phaseolus vulgaris*) (B).

Foto: Roseli Freire de Melo



Figura 13. Cultivo em consórcio de milho (*Zea mays*) com batata-doce (*Ipomoea batatas*) (A) e sistema diversificado (B).

Em estudos com o objetivo de verificar o impacto de diferentes sistemas agrícolas consorciados utilizando a matéria orgânica do solo e

os atributos físico-químicos do solo como indicadores de qualidade e de evolução do sistema, Marinho et al. (2016) descreveram quatro exemplos de sistemas integrados observados na Chapada do Apodi, RN.

O primeiro é um pomar de cajá-manga com forrageiras nativas. As plantas de cajá-manga são caducifólias: durante a estação seca, têm pouca ou nenhuma folhagem e inflorescências, porém grande quantidade de folhas secas e pedaços de frutas abaixo das suas copas. Essa característica, no entanto, é alterada com o início da estação das chuvas, quando as plantas começam a emitir folhas. Nesse mesmo período, a camada de plantas forrageiras nativas é abundante e verde. Essas áreas podem ser pastejadas por caprinos e ovinos durante o ano.

O segundo é o consórcio de feijão-caupi com milho e sorgo em áreas aluviais. Nesses locais, o solo fica saturado com água durante a estação chuvosa. Porém, ao fim desse período, a saturação diminui, permitindo o plantio convencional e em consórcio. Esses locais podem permanecer em repouso devido a longos períodos de seca.

O terceiro exemplo é o consórcio de milho com feijão-caupi utilizando somente fertilizantes orgânicos, como esterco, em áreas preparadas convencionalmente por meio de uma aração e duas gradagens realizadas anualmente.

O quarto exemplo é de sistemas agroecológicos que visam à produção de frutos e forragens para alimentação humana e animal.

Nessas áreas, inicialmente, é realizado o raleio da caatinga, com a retirada de espécies selecionadas pelos próprios agricultores, cujos resíduos podem ser triturados e espalhados sobre o solo para a contenção da erosão. Além disso, pode ocorrer a construção de cordões de contorno com resíduos lenhosos de maior diâmetro com o objetivo de diminuir o escoramento superficial e favorecer a infiltração de água no solo e o acúmulo de resíduo. Finalmente, é realizado o plantio de árvores frutíferas e plantas exóticas adaptadas às condições edafoclimáticas de acordo com as necessidades do agricultor.

Visando à proposição de um sistema de produção sustentável adaptado às condições semiáridas, Languidey e Carvalho Filho (1994) descreveram outro exemplo, o Sistema Glória de Produção de Leite para o Semiárido. Esse sistema é composto por subsistemas que integram

agricultura e pecuária. No período chuvoso, o rebanho é mantido em um dos subsistemas, cujas áreas são cultivadas com forrageiras (capim-buffel, espécies do gênero *Urochloa*, capim-pangolão e grama-aridus) e pastagens nativas de ciclo anual, como capim-marmelada (*Urochloa plantaginea*) e várias espécies de leguminosas herbáceas anuais, principalmente dos gêneros *Phaseolus*, *Centrosema* e *Stylosanthes*. Nos subsistemas leucena com milho ou sorgo com feijão, a leucena é estabelecida em linhas, e os cultivos de milho, sorgo ou feijão são intercalados nas entrelinhas de 2,5 m de largura. No início do período chuvoso, a produção do material foliar de leucena é cortada e incorporada ao solo. Aproximadamente 60 dias após esse primeiro corte, têm início as podas de folhas e ramos finos para a silagem e feno e, após as colheitas do milho ou sorgo e do feijão, a área é utilizada para pastejo controlado por 2 a 3 horas por dia. Outros subsistemas podem ser constituídos por gliricídia ou palma-forrageira cultivadas em faixas ou consorciadas.

Analisando consórcios/policultivos no Semiárido baiano, Ventura e Andrade (2011) relataram que a diversidade de espécies na mesma área viabilizou a produção de frutos em diferentes épocas do ano, independentemente do período de chuvas. O estudo também contemplou relatos dos agricultores afirmado que, mesmo no período de estiagem, a partir do 2º ano, as áreas que continham diferentes espécies (os policultivos) permaneciam verdes durante todo o ano, garantindo a segurança alimentar e a geração de renda pela venda do excedente.

Cobertura morta

A cobertura morta consiste no uso de restos culturais ou de outra fitomassa para formar uma cobertura vegetal densa sobre a superfície do solo com o objetivo de reduzir os impactos das gotas de chuvas, o que evita a dispersão e o carreamento das partículas de solo (Figura 14). Outra ação importante da cobertura morta é proteger o solo da ação dos ventos, impedindo o transporte de partículas. Essa prática também contribui para aumentar a infiltração de água e diminuir a temperatura do solo, reduzindo a evaporação da água. Complementarmente, a cobertura morta adiciona material orgânico ao solo, podendo aumentar o teor de matéria orgânica e promover melhorias nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo.

De um modo geral, a cobertura morta é uma prática conservacionista vegetativa que, em conjunto com outras práticas, pode diminuir a velocidade dos processos de degradação. As palhas de milho, mamona, feijão e sisal são exemplos de resíduos que podem ser adicionados nas áreas de agricultura dependente de chuva.

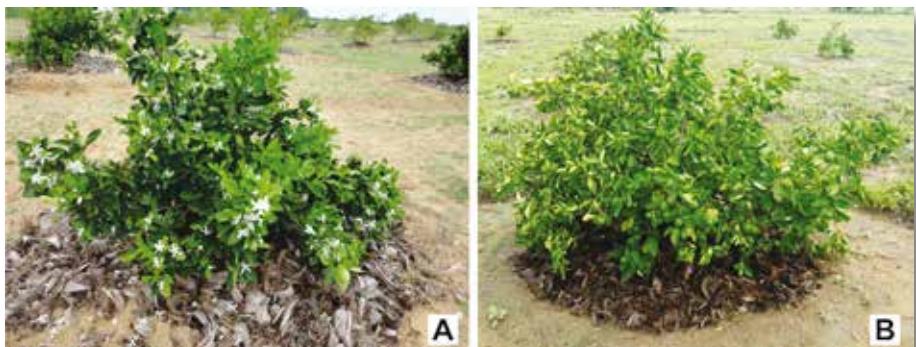


Figura 14. Plantas de laranja (*Citrus sinensis*) (A) e limão (*Citrus limon*) (B) com cobertura morta de bagaço de coco.

Cultivo em faixas

O cultivo em faixas é uma técnica também utilizada no Semiárido brasileiro para melhorar a qualidade dos solos. Consiste no plantio de espécies anuais ou arbóreas (cultivo em aleias) em fileiras devidamente espaçadas entre si, em cujas entrelinhas cultivam-se plantas de interesse econômico no início da estação chuvosa. Os principais objetivos desse sistema são aumentar o teor de matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes e adicionar nitrogênio por meio da adubação verde (Vasconcelos et al., 2012).

Considerações finais

Atualmente, para se ter uma agricultura sustentável, é necessário o uso conjunto de diversas tecnologias, o que inclui a escolha da semente, o uso e manejo adequado dos solos, a adoção de práticas conservacionistas, o uso de produtos alternativos de controle de pragas e doenças e o uso de adubos orgânicos e biofertilizantes. No Semiárido, a água é um fator limitante ao desenvolvimento da agricultura. Sendo assim, é de extrema

importância o uso de práticas que visem à conservação do solo e da água, o que se refletirá diretamente na produtividade das culturas.

Por um lado, o conhecimento das potencialidades e limitações de um solo faz com que o agricultor possa adotar ações que visem à sustentabilidade dos sistemas produtivos. Por outro lado, a própria experiência e observação permitem ao agricultor adquirir conhecimentos sobre os efeitos causados no solo pelo sistema de produção adotado. Desse modo, o agricultor estará coletando subsídios importantes para preservação de seu maior patrimônio: o solo.

É relevante destacar também que o manejo adequado do solo visando a sua conservação proporciona importantes mecanismos para a convivência com as variações do clima, que tenderão a se tornar mais acentuadas e imprevisíveis.

Referências

ABROL, I. P.; YADAV, J. S. P.; MASSOUD, F. I. **Salt-affected soils and their management**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1988. (FAO. Soil Bulletin, v. 39).

ACCIOLY, L. J. O. Degradação do solo e desertificação no Nordeste do Brasil. **Portal Dia de Campo**. 9 fev. 2011. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/26830/1/DegradaAEo-do-Solo-e-DesertificaAEo-no-Nordeste-do-Brasil-Portal-Dia-de-Campo.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2016.

ALTIERI, M. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária: AS-PTA, 2002. 592 p.

ANJOS, J. B.; BRITO, L. T. de L.; SILVA, M. S. L. da. Métodos de captación de agua de lluvia in situ e irrigación. In: FAO. **Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos**. Roma, 2000. p. 139-150. (FAO. Boletín de Tierras y Aguas, 8).

ARAÚJO, F. P. de; PORTO, E. R.; SILVA, M. S. L. da. **Agricultura de vazante uma opção de cultivo para o período seco**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. (Embrapa Semi-Árido. Instruções Técnicas, 56).

BARBOSA, C. A. **Manual de adubação orgânica**. Viçosa: Agrojuris, 2009. 224 p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4. ed. Campinas: Ícone, 1999. 355 p.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 686 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca PAN-Brasil**. Brasília, DF, 2005. 214 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_desertif/_arquivos/pan_brasil_portugues.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.

BRITO, L. T. L; CAVALCANTI, N. B.; ANJOS, J. B. dos; SILVA, A. de S.; PEREIRA, L. A. Perdas de solo e de água em diferentes sistemas de captação *in situ* no Semiárido brasileiro. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 3, p. 507-515, 2008.

CALEGARI, A. Perspectivas e estratégias para a sustentabilidade e o aumento da biodiversidade dos sistemas agrícolas com uso de adubos verdes. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. v. 1, p. 265-305.

CASTRO, C. N. **A agricultura no nordeste brasileiro**: oportunidades e limitações ao desenvolvimento. Rio de Janeiro: Ipea, 2012. 48 p. (IPEA. Texto para discussão, 1786). Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1011/1/TD_1786.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.

CAValcanti, F. J. A. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**: 2a. aproximação. 3 ed. Recife: Instituto Agronômico de Pernambuco, 2008. 212 p.

COELHO, D. S.; SIMÕES, W. L.; MENDES, A. M. S.; DANTAS, B. F.; RODRIGUES, J. A. S.; SOUZA, M. A. Germinação e crescimento inicial de variedades de sorgo forrageiro submetidas ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 25-30, 2014.

DURET, T.; BARON, V.; ANJOS, J. B. dos. "Systemes de cultures" expérimentés dans le Nordeste du Brésil. **Machinisme Agricole Tropicale**, n. 94, p. 6274, 1986.

FAO. **Cost of soil erosion**. Disponível em: <<http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/cost-of-soil-erosion/en/>>. Acesso em: 19 abr. 2016a.

FAO. **Desertification, drought and their consequences**. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/x5317e/x5317e01.htm#1.%20Desertification,%20drought%20and%20their%20consequences>>. Acesso em: 7 abr. 2016.

FAO. **Management of salt affected soils.** Disponível em: <<http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/management-of-some-problem-soils/salt-affected-soils/en/>>. Acesso em: 7 abr. 2016b.

FARIA, C. M. B. de; COSTA, N. D.; FARIA, A. F. Atributos químicos de um Argissolo e rendimento de melão mediante o uso de adubos verdes, calagem e adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31 p. 299-307, 2007.

FARIAS FILHO, M.; FERRAZ JÚNIOR, A. S. L. A cultura do arroz em sistema de vazante na baixada Maranhense, periferia do sudeste da Amazônia. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 2, p. 82-91, 2009.

GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudo básico e aplicados.** Fortaleza: INCT Sal, 2010. 472 p.

GIONGO, V.; BRANDÃO, S. da S.; SANTANA, M. da S.; COSTA, N. D.; MENDES, A. M. S.; YURI, J. E.; PETRERE, C. **Sistema plantio direto de meloeiro com coquetéis vegetais em Vertissolo no Semiárido.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2014. 26 p. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 117).

GUILHERME, D. O.; COSTA, C. A.; MARTINS, E. R.; SAMPAIO, R. A.; TELES FILHO, S. C.; CAVALCANTI, T. F. M.; MENEZES, J. B. C.; COELHO, D. A. P.; FERNANDES, S. G. M.; MAIA, J. T. L. S. Utilização de coquetel de plantas usadas na adubação verde na melhoria das condições físicas e químicas do solo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 1445-1448, 2007.

IBGE. **Censo agropecuário 2006:** Brasil, grandes regiões e unidades da Federação. Rio de Janeiro, 2006. 777 p.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem:** ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 156 p.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem:** maturação e qualidade do composto. 3. ed. Piracicaba: Edição do Autor, 2002. 171 p.

LANGUIDEY, P. H.; CARVALHO FILHO, O. M. Alternativas para o desenvolvimento da pequena produção de leite no semi-árido. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 5., 1994, Salvador. **Anais...** Salvador: SNPA, 1994. p. 87-105.

LIRA, R. B.; DIAS, N. S.; ALVES, S. M. C.; BRITO, R. F.; SOUSA NETO, O. N. Efeitos dos sistemas de cultivo e manejo da caatinga através da análise dos indicadores químicos de qualidade do solo na produção agrícola em Apodi, RN. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 3, p. 18-24, 2012

MARINHO, A. C. da C. S.; PORTELA, J. C.; SILVA, E. F. da; DIAS, N. da S.; SOUSA JÚNIOR, F. S. de; SILVA, A. C. da; SILVA, J. F. da. Organic matter and physicochemical attributes of a cambisol under different agricultural uses in a semi-arid region of Brazil. *Australian Journal of Crop Science*, v. 10, n. 1, p. 32-41, 2016.

MATIAS, J. R.; PEREIRA, A. L.; SILVA, R. de C. B. da; NASCIMENTO, M. A.; REIS, R. C. R.; DANTAS, B. F. Efeito de estresse salino no processo germinativo de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina*). In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 6., 2011, Petrolina. *Anais...* Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. p. 297-302. (Embrapa Semiárido. Documentos, 238).

MELO, R. F. de; BRITO, L. T. de L.; PEREIRA, L. A.; ANJOS, J. B. dos Avaliação do uso de adubo orgânico nas culturas de milho e feijão caupi em barragem subterrânea. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 6.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE AGROECOLOGIA, 2., 2009, Curitiba. *Anais:* agricultura familiar e camponesa: experiências passadas e presentes construindo um futuro sustentável. Curitiba: ABA: Socla, 2009. 1 CD-ROM.

MEURER, E. J. *Fundamentos de química do solo*. 4. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2010. v. 1, 264 p.

NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO, J. A.; MENEZES, R. I. Q. Impacto da queimada e do pousio sobre a qualidade de um solo sob Caatinga no Semiárido Nordestino. *Revista Caatinga*, v. 19, n. 2, p. 200-208, 2006.

PEREIRA, P. S.; DRUMOND, M. A. Desmatamento e práticas agrícolas adotadas pelos produtores rurais dos municípios cearenses de Barbalha e Jardim. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA REALIDADE SEMIÁRIDA, 2.; SIMPÓSIO ALAGOANO SOBRE ECOSISTEMAS DO SEMIÁRIDO, 3., 2014, Delmiro Gouveia. *Anais...* Delmiro Gouveia: UFLA, Campus do Sertão, 2014. 1 CD-ROM.

PORTO, E. R.; PAULINO, R. V.; MATOS, A. N. B. Comportamento da erva-sal (*Atriplex nummularia*) irrigada com água de alta salinidade. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM., 2003, Juazeiro. *Anais...* Juazeiro: ABID: Governo da Bahia, 2003. 1 CD-ROM.

PRIMAVESI, A. *Manejo ecológico do solo*. 18. ed. São Paulo: Nobel, 2006. 549 p.

RODRIGUES, G. B.; SÁ, M. E. de; VALÉRIO FILHO, W. V.; BUZZETTI, S.; BERTOLIN, D. C.; PINA, T. P. Matéria e nutrientes da parte aérea de adubos verdes em cultivos exclusivo e consorciado. *Revista Ceres*, v. 59, n. 3, p. 380-385, 2012.

SALAZAR, F. J.; CHADWICK, D.; PAIN, B. F.; HATCH, D.; OWEN, E. Nitrogen budgets for three cropping systems fertilised with cattle manure. *Bioresource Technology*, v. 96, n. 2, p. 235-245, 2005.

SILVA, A. de S.; PORTO, E. R. **Utilização e conservação dos recursos hídricos em áreas rurais do Trópico Semi-Árido do Brasil: tecnologias de baixo custo.** Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1982. 128 p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 14).

SILVA, A. F.; PINTO, J. M.; FRANÇA, C. R. R. S.; FERNANDES, S. C.; GOMES, T. C. de A.; SILVA, M. S. L. da; MATOS, A. N. B. **Preparo e uso de biofertilizantes líquidos.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. 4 p. (Embrapa Semi-Árido. Comunicado técnico, 130).

SILVA, D. J.; MOUCO, M. A. do C.; GAVA, C. A. T.; GIONGO, V.; PINTO, J. M. Composto orgânico em mangueiras (*Mangifera indica* L.) cultivadas no Semiárido do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 875-882, 2013.

SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; PAULINO, H. B.; SILVA, C. A.; BUZETTI, S. Frações do carbono orgânico, biomassa e atividade microbiana em um Latossolo Vermelho sob cerrado submetido a diferentes sistemas de manejos e usos do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 3, p. 323-329, 2006.

TOMITA, C.; RESENDE, F. V.; CLEMENTE, F. M. V. T.; AMARO, G. B.; SOUZA, R. B. de. **Biofertilizante:** aprenda como se faz. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2007. 8 p. 1 Folder.

VASCONCELOS, M. da C. C. A.; SILVA, A. F. A. da; LIMA, R. da S. Cultivo em aléias: uma alternativa para pequenos agricultores. **Revista ACSA**, v. 8, n. 3, p. 18-21, 2012.

VENTURA, A. C.; ANDRADE, J. C. S. Policultura no semiárido brasileiro. **Field Actions Science Reports**, n. 3, 2011. Disponível: <<http://factsreports.revues.org/2558>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

Capítulo 13

Ações de mitigação e adaptação frente às mudanças climáticas

Francislene Angelotti
Vanderlise Giongo

A agricultura é extremamente dependente das variações atmosféricas, como quantidade de chuvas, temperatura, umidade do ar e outros elementos climáticos, de maneira que o clima interfere diretamente na produção agropecuária. A ameaça da mudança climática global¹ pode afetar a produção agrícola de todo o mundo por alterar os regimes de temperaturas e chuvas, comprometendo a segurança alimentar tanto local quanto mundial. Embora os impactos sobre a agricultura ainda sejam silenciosos e lentos, nem por isso são menos importantes, principalmente no que diz respeito à agricultura familiar. Nesse sentido, como exemplo da interação entre os elementos climáticos e as condições edafoambientais no Semiárido, podem-se destacar os processos de degradação ambiental por meio da erosão, salinização, desertificação e incidência de pragas e doenças.

Assim, nos cenários² de mudanças climáticas, as perdas de solos por meio da erosão podem aumentar por serem diretamente associadas às

¹ Qualquer mudança do clima ao longo do tempo que resulta da variabilidade natural ou da atividade humana.

² Histórico evolutivo de diversos fatores (como emissão e concentração de gases de efeito estufa, tipo de cobertura terrestre) que baseia as projeções do que ocorreria com o planeta, variando do otimista ao pessimista. São os chamados caminhos representativos de concentração (ou *representative concentration pathways* – RCP, em inglês).

condições locais do clima e ao manejo nos sistemas produtivos. A salinização, associada a um componente pedogenético, pode ser drasticamente acentuada pelo processo de antropização e pelas mudanças climáticas. O aumento de temperatura e a tendência à estiagem no Nordeste intensificam a aridez na região semiárida, o que tem impacto direto no processo de desertificação. A incidência de pragas e doenças, que também estão associadas aos efeitos do aquecimento global, pode repercutir no comportamento das populações de organismos que coabitam nos sistemas agrícolas, causando desequilíbrio e, quando as populações ultrapassam o limite aceitável, podem comprometer a produtividade ou a qualidade do que é produzido.

Ao longo do tempo, a agricultura familiar no Semiárido brasileiro vem lidando com condições adversas de clima, já que, nessa região, o clima é caracterizado por temperaturas elevadas (média anual entre 26 °C e 28 °C) e precipitação média anual de 541 mm, por meio de chuvas irregulares e escassas (Azevedo et al., 2003). Os cenários climáticos para essa região sugerem um aumento de até 4,5 °C na temperatura média e redução de até 50% na distribuição das chuvas para o fim do século (2071–2100) (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013).

A agricultura familiar tem um papel importantíssimo no desenvolvimento sustentável da região, disponibilizando alimento em escala local, além de ser responsável pela conservação dos recursos naturais e da agrobiodiversidade. Como o clima é considerado um fator fundamental para a produção agrícola, as mudanças climáticas representam mais um desafio para o sistema agrícola familiar no Semiárido brasileiro. Na Figura 1, são apresentados os possíveis impactos das mudanças climáticas sobre a agricultura familiar (a serem discutidos na próxima seção, intitulada Mudanças Climáticas no Semiárido: Perspectivas e Impactos) e as medidas e/ou estratégias de mitigação³ e adaptação⁴ que serão necessárias para manter a sustentabilidade da região (com maior detalhamento na seção Ações de Adaptação e Mitigação Relacionadas à Agricultura Familiar).

³ Intervenção humana para reduzir as emissões por fontes de gases de efeito estufa e fortalecer as remoções por sumidouros de carbono, como florestas e oceanos.

⁴ Conjunto de iniciativas e estratégias que permitem a adaptação dos sistemas naturais ou criados pelos homens a um novo ambiente em resposta à mudança do clima atual ou esperada.

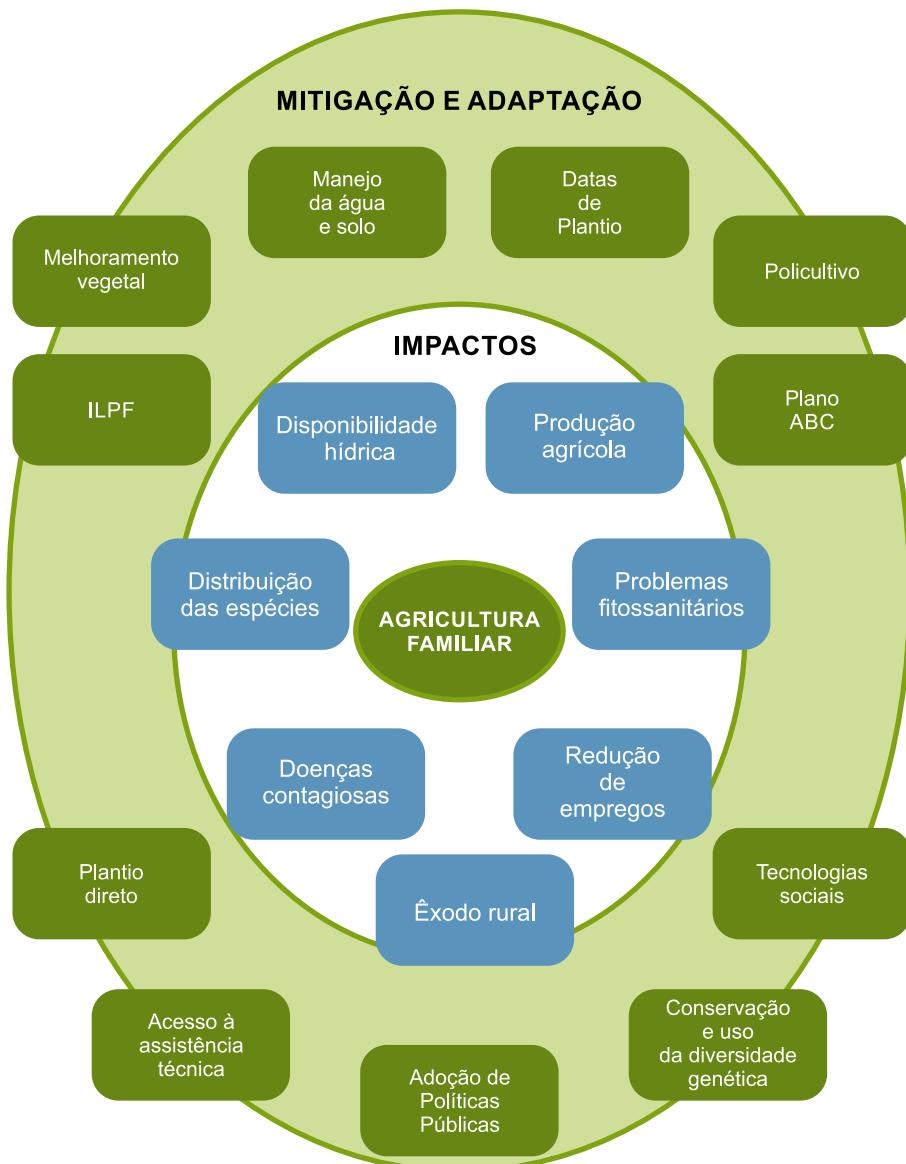


Figura 1. Impactos das mudanças climáticas sobre a agricultura familiar no Semi-árido e medidas de mitigação e adaptação para garantir a sustentabilidade da região.

Nota: ILPF: integração lavoura-pecuária-floresta; Plano ABC: Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura.

O fato de que a agricultura dependente de chuva no Semiárido se caracteriza pela convivência com períodos de seca poderá representar uma vantagem na adaptação e mitigação às mudanças climáticas. Além disso, as ações já desenvolvidas por agricultores, como implantação de tecnologias de captação e armazenamento de água de chuva, técnicas de manejo, comercialização por meio de associações e de feiras organizadas e busca de informação por meio da assistência técnica, têm permitido que a agricultura familiar seja realizada há décadas com sustentabilidade. No entanto, o grau de resiliência⁵ da população estará atrelado também à adoção de políticas públicas mediante a atuação do Estado. Por isso, outras ações deverão ser desenvolvidas e/ou fortalecidas para que a agricultura familiar seja um modelo socioecononomicamente e ambientalmente sustentável de produção e desenvolvimento regional.

No decorrer deste capítulo, serão apresentados processos, tecnologias, modelos e exemplos de agricultura familiar no Semiárido brasileiro que alcançam condições para manter a resiliência dos seus agroecossistemas num cenário de mudanças climáticas globais, destacando-se ações relacionadas à adaptação e mitigação.

Mudanças climáticas no Semiárido: perspectivas e impactos

O clima no Semiárido brasileiro tem como característica marcante a ocorrência de secas estacionais e periódicas determinadas pelo regime pluviométrico com duas estações distintas: seca (com duração de 7 a 9 meses) e chuvosa (com duração de 3 a 5 meses). Além disso, a região apresenta temperatura média alta (em torno de 26 °C a 28 °C), com evaporação de 2.500 mm por ano (Azevedo et al., 2003).

No que se refere à mudança climática e aos cenários para o Semiárido brasileiro, o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), a partir de projeções regionalizadas de clima nos diferentes biomas do Brasil, observou mudanças na temperatura e no regime de chuvas para os períodos de

⁵ Capacidade de uma pessoa, comunidade, sociedade ou ecossistema de sobreviver, resistir e recuperar-se das ameaças, perigos, desastres, choques e tensões provocadas pela mudança climática. A capacidade de reconstrução é uma marca de resiliência.

verão (dezembro a fevereiro) e inverno (junho a agosto) para a Caatinga (Figuras 2 e 3).

Para a temperatura do ar, está previsto um aumento de 0,5 °C a 4,5 °C. Esses cenários referem-se à baixa e alta emissões dos gases de efeito estufa⁶ (GEE). Para o período até 2040, há previsão de aumentos da temperatura entre 0,5 °C no verão e 1,0 °C no inverno e, para o período de 2041–2070, aumentos de temperatura de 1,5 °C no verão e 2,5 °C no inverno. No fim do século (2071–2100), as projeções indicam condições significativamente mais quentes, com aumento de temperatura de 3,5 °C no verão e 4,5 °C no inverno.

Já para a precipitação, está previsto um decréscimo de até 20% até 2040, ocorrendo variação durante os períodos de verão e inverno, conforme observado na Figura 3. Para o período de 2041–2070, a redução dos padrões de precipitação será entre 25% e 35%. Para o período de 2071–2100, poderá ocorrer um agravamento do deficit hídrico, com redução entre 40% e 50%. Além disso, as projeções indicam um aumento da ocorrência de eventos extremos, como secas e estiagens prolongadas (Ambrizzi; Araújo, 2013).

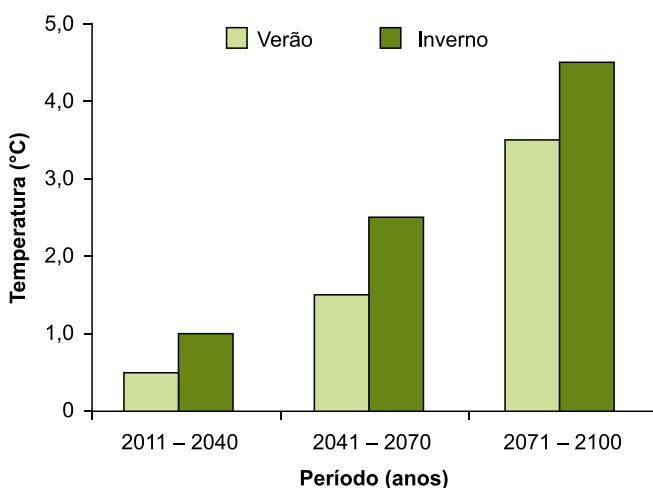


Figura 2. Projeção regionalizada de temperatura para o bioma Caatinga para os períodos de 2011–2040, 2041–2070 e 2071–2100 baseada nos resultados científicos de modelagens climáticas global e regional.

Fonte: Ambrizzi e Araújo (2013).

⁶ Fenômeno natural de aquecimento térmico da Terra, essencial para manter a temperatura do planeta em condições ideais para a sobrevivência dos seres vivos.

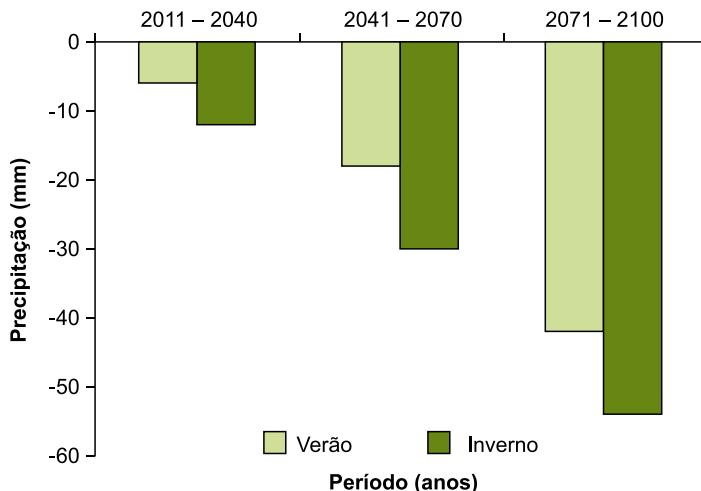


Figura 3. Projeção regionalizada de precipitação para o bioma Caatinga para os períodos de 2011–2040, 2041–2070 e 2071–2100 baseada nos resultados científicos de modelagens climáticas global e regional.

Fonte: Ambrizzi e Araújo (2013).

Diante desses cenários, são discutidos a seguir os impactos das mudanças climáticas sobre a agricultura familiar no Semiárido brasileiro no que se refere aos aspectos socioeconômico e ambiental (Figura 1). Um impacto associado à segurança alimentar é a redução da produção de alimentos advindos dos cultivos tradicionais da agricultura familiar nortes-tina, como a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Deconto (2008) relataram que, mesmo que a mandioca seja uma planta tolerante a temperaturas entre 16 °C e 38 °C, a quantidade de água no solo disponível poderá ser um fator negativo, se o déficit hídrico ocorrer durante os 5 primeiros meses após o plantio. Nessa região semiárida, se não forem adotadas medidas de mitigação e adaptação, a previsão é que haja aumento na área de alto risco para a produção dessa cultura. No caso do cultivo de feijão (*Phaseolus vulgaris* Linnaeus), o aumento da temperatura pode causar abortamento das flores, com impacto direto na produção de grãos. Aliada aos aumentos de temperatura, a falta de água e as irregularidades na precipitação também são fatores que colocam em risco esse cultivo.

Outro impacto associado à segurança alimentar está relacionado à produção animal (ou pecuária), uma atividade de importância econômica e social. Os riscos oriundos das mudanças climáticas (aumento da temperatura e redução da precipitação) poderão afetar tanto o potencial de produção dos animais como a produtividade das culturas forrageiras.

Os impactos das mudanças climáticas sobre doenças e pragas também representam uma séria ameaça à segurança alimentar. As populações de insetos e os microrganismos fitopatogênicos, por apresentarem facilidade de multiplicação e dispersão, numerosas populações e curto tempo entre gerações, podem aumentar, causando redução da produção e colocando em risco a sustentabilidade do agroecossistema (Ghini, 2005). No entanto, o oposto também pode ocorrer; para o feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], Santana (2013) verificou a redução da severidade do ódio (causado por *Oidium* sp.) em temperatura acima de 30 °C. Isso demonstra que o impacto nem sempre será negativo, havendo a necessidade de um estudo detalhado das respostas das espécies ou cultivares e suas pragas/doenças em relação às alterações do clima. A partir da geração de conhecimento, será possível diminuir as incertezas e evitar prejuízos.

Além dos impactos nos cultivos, a perda da biodiversidade também poderá ocorrer em um cenário de mudança climática. A vegetação da Caatinga também poderá sofrer alterações nas suas características e distribuição. Segundo Salazar et al. (2007), o Semiárido brasileiro poderá apresentar uma vegetação típica de clima árido (com predomínio de cactáceas) e aumento do quadro da desertificação. A alteração na distribuição de espécies, provocada pelas alterações no clima, será um desafio para a pesquisa, pois poucos estudos têm sido realizados para compreender a vulnerabilidade⁷ das espécies e, em particular, das plantas nativas da Caatinga.

Variações em uma comunidade vegetal podem ocorrer sazonalmente em função de fatores abióticos ou ao longo de vários anos. Entender como as diferentes espécies responderão às mudanças climáticas, desde a germinação das sementes até o estabelecimento de plantas, contribuirá para a manutenção dos ecossistemas terrestres.

⁷ Grau de suscetibilidade ou incapacidade de um sistema de lidar com os efeitos adversos da mudança do clima, inclusive a variabilidade climática e os eventos extremos de tempo e clima.

Os impactos citados acima, bem como o êxodo rural, a ocorrência de doenças contagiosas, a queda na geração de renda e a redução de empregos, só serão uma realidade se nenhuma medida for tomada. Assim, é imperativa a adoção de estratégias (como implantação de tecnologias de captação e armazenamento de água de chuva e integração de várias tecnologias com vistas a promover desenvolvimento sustentável) que permitam a manutenção da agricultura familiar (principalmente a dependente de chuva no Semiárido). Diferentes tecnologias, como descrito na seção seguinte, poderão ser adotadas. Vale ressaltar que muitas dessas práticas já vêm sendo adotadas para a convivência com a seca, desempenhando um papel fundamental para reduzir os impactos frente às mudanças climáticas.

Ações de adaptação e mitigação relacionadas à agricultura familiar

Segundo o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014)⁸, as mudanças climáticas podem intensificar os problemas da agricultura, principalmente a de base familiar. Agricultores familiares com pequenas áreas exploradas passam por grandes desafios para satisfazer as suas necessidades alimentares e contribuir para a segurança alimentar de suas comunidades e países (FAO, 2014). De acordo com Lima et al. (2015), para trabalhar diante da crise climática global, é necessário que os pequenos agricultores sejam vistos como a força motriz dos sistemas agrícolas socialmente justos e ecologicamente sustentáveis.

Assim, a agricultura familiar no Semiárido brasileiro, cujas áreas rurais têm o menor índice de desenvolvimento humano (IDH) do País, ao mesmo tempo em que se caracteriza por alta resiliência, pode ter papel ativo na mitigação e adaptação aos impactos das mudanças climáticas sob os aspectos social, econômico e ambiental, assim promovendo o desenvolvimento sustentável. A difusão de novas tecnologias e programas oferecidos pelos setores público e privado e a adoção de processos e tecnologias que

⁸ Organização científico-política criada em 1988 no âmbito da Organização das Nações Unidas (ONU) que tem como objetivo reunir e divulgar o conhecimento mais avançado sobre as mudanças climáticas.

melhoram a gestão dos recursos naturais do bioma Caatinga são estratégias que precisam ser discutidas, desenvolvidas e implantadas.

A agricultura e a pecuária são atividades relevantes à economia do Semiárido brasileiro, que abriga 1,6 milhão de estabelecimentos agropecuários, dos quais 95% são classificados como agricultura familiar; os 5% restantes são de uma agricultura empresarial que também tem a possibilidade de agregar tecnologias da agricultura familiar ao seu processo produtivo e promover o desenvolvimento socioeconômico da região (Brasil, 2013). A concepção e a implementação de estratégias eficazes de mitigação e adaptação às mudanças climáticas para a agricultura familiar no Semiárido brasileiro assumem importância para o desenvolvimento e a sustentabilidade do setor agrícola.

No meio rural, técnicas agrícolas voltadas à adaptação englobam o uso de tecnologias que promovem menor vulnerabilidade dos sistemas rurais (inclusive os dependentes de chuva) frente aos cenários previstos sob as alterações climáticas. Destacam-se o desenvolvimento de cultivares adaptadas às condições climáticas de alta temperatura e deficit hídrico; a adoção de técnicas de manejo de água para aumentar a eficiência de uso da água; a associação de técnicas de manejo de água e solo; a alteração nas datas de plantio; a conservação e uso da diversidade genética; os policultivos; o desenvolvimento e aplicação de tecnologias sociais; a seleção e recomendação de estirpes de rizóbios; o uso da água salobra para dessementação e produção de forragens; o acesso à assistência técnica; e a adoção de políticas voltadas à segurança alimentar e nutricional.

O melhoramento genético de espécies de plantas cultivadas visando à tolerância aos aumentos de temperatura e ao deficit hídrico será um dos fatores fundamentais para garantir a sustentabilidade da produção agrícola. As cultivares de feijão-guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.], como Guandu Petrolina e Guandu Taipeiro, foram desenvolvidas e têm como característica a adaptação ao regime irregular de chuvas do Semiárido, com bom potencial produtivo e forrageiro. Para cebola (*Allium cepa* L.), destaca-se a cultivar BRS Alfa São Francisco, resistente a altas temperaturas. As cultivares de feijão-caupi BRS Acauã, BRS Tapaihum e BRS Carijó são recomendadas para as condições irrigadas, no segundo semestre, e de sequeiro, no primeiro semestre, no Sertão de Pernambuco, na Bahia e no Piauí (Santos, 2011).

Além do melhoramento vegetal, a conservação e o uso de recursos genéticos de espécies cultivadas e nativas também têm-se destacado como medidas de adaptação para aumentar a segurança alimentar das famílias que vivem no Semiárido. Isso tem sido praticado por agricultores que mantêm a tradição de produzir suas próprias sementes (sementes crioulas) e comercializar o excedente. Com isso, ao longo dos anos, essas variedades foram “formadas” por meio de um melhoramento empírico, com a seleção de plantas adaptadas às regiões em que foram desenvolvidas. Assim, o Semiárido brasileiro, por suas peculiaridades, poderá contribuir, de maneira significativa, para a agricultura familiar por apresentar uma base genética e adaptativa de plantas que convivem com altas temperaturas e deficit hídrico.

A implantação de modelos produtivos baseados na integração de cultivos irrigados e de sequeiro para produção de ração animal e produtos de subsistência também pode ser incluída como medida de adaptação às mudanças climáticas para a agricultura familiar. Essa experiência tem sido adotada por agricultores baianos, cujas propriedades apresentam áreas destinadas à produção de forragens e à produção de cultivos para alimentação da família, como frutíferas e hortaliças. A área de forragens é dimensionada para produzir o alimento para o consumo animal durante todo o ano e, em especial, durante o período mais seco, com silagem e feno. Os cálculos da quantidade de forragem para a manutenção do rebanho e do número de animais e as orientações para a implantação e manutenção de hortas e sistema de irrigação são obtidos por meio da assistência técnica oferecida por cooperativas e associações de produtores rurais (Cesano et al., 2011). Ainda, como exemplo de medidas integradas de tecnologias, pode-se citar o plantio de cultivares precoces associado à irrigação de salvação e à adubação orgânica.

A adição de adubos orgânicos e/ou o uso de cobertura morta em barragens subterrâneas ou em áreas com irrigação por gotejamento, como estratégia de adaptação e mitigação, podem aumentar a capacidade de infiltração da água no solo, reduzir as perdas por evaporação e, consequentemente, aumentar a eficiência de uso da água. No caso da irrigação, o sistema por gotejamento permite a aplicação da quantidade de água necessária para a planta de maneira eficiente, evitando o desperdício. Entretanto, estudos específicos dos diferentes cultivos para avaliar o consumo

mínimo e eficiente de água nos diferentes estádios fenológicos ainda são necessários e terão um papel relevante para as respostas sobre o manejo de irrigação.

O uso de barragens subterrâneas e cisternas de produção são experiências classificadas entre as tecnologias sociais, implantadas há anos pela agricultura familiar no Semiárido para convivência com a seca. Entretanto, o uso isolado dessas tecnologias nem sempre reduz a vulnerabilidade dos cultivos. Assim, a integração de tecnologias poderá ser uma alternativa estratégica frente às mudanças climáticas.

Outras técnicas, como as alterações e variações na data de plantio (calendário de plantio), a diversificação de cultivos, a utilização da diversidade genética local e os policultivos, poderão contribuir positivamente como medidas de adaptação. Como exemplo de policultivo, pode-se citar a produção de mandioca intercalada com a de culturas alimentares [mandioca, abóbora (*Cucurbita* sp.)] e adubo verde [feijão-guandu, feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* DC), crotalária (*Crotalaria* sp.) ou até mesmo com a de palma-forrageira (*Opuntia* sp.)] (Figura 4). O consórcio de plantas permite produzir várias culturas ao mesmo tempo e reduzir o risco de perdas. Além disso, o policultivo tem apresentado vantagens agroecológicas, como a redução do uso de pesticidas e a melhoria no uso da água. Uma técnica utilizada no policultivo para redução do uso de água é a incorporação de palma e/ou do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC), picados em pedaços pequenos, em covas ao lado das plantas cultivadas. Segundo Ventura e Andrade (2011), essa técnica mantém o solo úmido, diminui sua temperatura e reduz a evapotranspiração.

Já a utilização de bactérias eficientes na fixação biológica de nitrogênio (FBN) pode contribuir para a redução dos impactos das mudanças climáticas ao ser incluída na integração de tecnologias para a agricultura familiar. Na FBN, a bactéria fixa o nitrogênio atmosférico em compostos orgânicos que são utilizados pelas plantas, diminuindo a necessidade de uso de adubos nitrogenados e melhorando a absorção de água e nutrientes. Isso permite uma maior produção das plantas e um aumento da capacidade de suportar estresses ambientais. Para a produção de inoculantes do feijão-caupi no Brasil, quatro estirpes de *Bradyrhizobium* sp. são atualmente autorizadas (Brasil, 2011).

Fotos: Tadeu Vinkas Voltolini



Figura 4. Policultivo como medida de adaptação dos sistemas agrícolas no Semiárido brasileiro.

Para reduzir os impactos das mudanças climáticas sobre a pecuária, o fornecimento de alimentos ricos em água, como palma-forrageira, mandacaru, gramíneas, leguminosas e melancia-forrageira (*Citrullus lanatus* var. *citroides*), de forma in natura e a oferta de silagem podem ser medidas adaptativas. Outra alternativa é o uso de águas salobras ou salinas para a dessedentação dos ruminantes por períodos curtos. A água salina também pode servir de opção para a irrigação de plantas forrageiras, como a erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.) e o sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], de maneira a garantir a disponibilidade de alimentos para os rebanhos.

Dentre as estratégias voltadas para a mitigação, a comunidade científica vem adotando a terminologia “agricultura de baixa emissão de carbono” com o objetivo de desenvolver processos e tecnologias que promovam a mitigação da emissão GEE na agricultura e que possibilitem a adaptação do setor agropecuário à mudança do clima. Nesse sentido, a agricultura de baixa emissão de carbono pode ser definida como uma agricultura que adota um conjunto de ações e/ou tecnologia/processos que promovem baixa emissão de GEE e, ademais, aumentam a fixação atmosférica de CO₂ na vegetação e no solo. No Semiárido brasileiro, a agricultura de baixa emissão de carbono está associada aos sistemas integrados de pecuária-floresta, pecuária-lavoura-floresta, lavoura-floresta, ao mínimo revolvimento do solo, à preservação da Caatinga (diminuindo a pressão de pastejo e as queimadas) e à utilização de adubos verdes. A questão da água também é imperativa, integrando tecnologias como a utilização de barreiros, barragens subterrâneas e canais de condução e contenção.

Na perspectiva da agricultura de baixa emissão de carbono, estudos realizados no Semiárido brasileiro sobre sistema plantio direto, utilização de adubos verdes, sistemas agrossilvipastoris e sistemas silvipastoris (Maia et al., 2006; Aguiar et al., 2010; Giongo et al., 2011; Sacramento et al., 2013) afirmam que tais tecnologias têm o potencial de aumentar os teores de carbono orgânico e reduzir as emissões de GEE, mesmo nas condições edafoclimáticas dessa região.

Tomando como exemplo a tecnologia sistema plantio direto como uma medida de mitigação dos impactos das mudanças climáticas e de aumento da resiliência dos sistemas agrícolas, não se deve negligenciar a dificuldade de implementação dessa prática no Semiárido brasileiro devido ao fato de os restos culturais serem tradicionalmente requeridos para alimentação animal nos períodos de estiagem. Mesmo assim, a priorização da conservação do solo na região semiárida do Brasil por meio do sistema plantio direto permite o aumento da infiltração e retenção de água, o aumento do teor de matéria orgânica, a diminuição das oscilações de temperaturas e evaporação e a diminuição do processo de salinização. Isso tudo propicia maior resiliência do sistema produtivo quando modelado em cenários de mudanças climáticas. Nesse sentido, estudos têm focado no desenvolvimento do sistema plantio direto para as culturas de milho (*Zea mays L.*) (Pereira et al., 2009; Silva et al., 2011), melão (*Cucumis melo L.*) (Giongo et al., 2014), feijão-caupi (Freitas et al., 2014) e melancia (*Citrullus lanatus*) (Silva et al., 2013) cultivadas em rotação, sucessão ou consorciadas, destacando-se a utilização de adubação verde.

Entre as tecnologias que vêm sendo estudadas no Semiárido brasileiro para ser implantadas em conjunto com o sistema plantio direto, destaca-se o uso de coquetéis vegetais (Figura 5), que pode ser adotado pelos agricultores familiares que utilizam sistemas de irrigação. A fitomassa dos coquetéis vegetais aumenta a taxa de adição de carbono que pode ser estocado no sistema solo ao longo do tempo. Assim, pode-se afirmar que há potencial de adicionar grande quantidade de carbono e nutrientes ao solo nos sistemas agrícolas em um curto período do tempo (até 70 dias) por meio dos cultivos de adubos verdes.

Foto: Vanderlise Giongo



Figura 5. Coquetéis vegetais usados como medida de mitigação nos sistemas agrícolas no Semiárido brasileiro.

Outro exemplo de medida de mitigação das mudanças climáticas que pode ser adotado no Semiárido é o sistema de produção agroflorestal. Essa tecnologia, já descrita por Altieri (1995), objetiva garantir a estabilidade e a diversidade da produção, elevar a produtividade, melhorar a fertilidade do solo, aumentar o estoque de carbono no sistema solo e no sistema planta e aumentar a oferta de forragem de boa qualidade, pois é uma prática sustentável de manejo dos recursos naturais em que se combinam espécies florestais, cultivos agrícolas e/ou criação de animais numa mesma área em exploração, de forma simultânea ou sequencial temporal. Apesar de sua eficiência, observa-se que há poucos trabalhos relacionando o impacto dos sistemas agroflorestais aos teores e estoques de carbono no sistema solo e no sistema planta e que não há estudos sistematizados para avaliar

o impacto das mudanças climáticas globais em área nem experimentos de longa duração no Semiárido brasileiro.

O sistema agrossilvipastoril é o sistema agroflorestal predominante no Semiárido, que combina cultivos, essências florestais e animais em uma mesma área ou em uma sequência temporal (Sacramento et al., 2013). Também há o sistema silvipastoril, em que ocorre a introdução de animais em áreas com espécies arbóreas comerciais permanentes ou a introdução ou manutenção do componente arbóreo (nativo ou exótico) em pastagens cultivadas e adaptadas à região (Balbino et al., 2011). No início da década de 1990, estudos realizados por Araújo Filho (1990) demonstravam que a preservação de árvores no corte da Caatinga ou o plantio de espécies, nativas ou introduzidas, pode contribuir para a preservação ou recuperação da fertilidade do solo em áreas agrícolas ou pastagens no Semiárido nordestino.

Avaliando o índice de manejo de carbono (IMC), calculado a partir do índice de estoque de carbono e do índice de labilidade entre os sistemas agrícolas convencionais e agroflorestais na região semiárida do estado do Ceará, Oliveira et al. (2009) observaram que o IMC apresentou os maiores valores para o sistema agrossilvipastoril (120 a 200) em relação ao silvipastoril (0 a 60) e ao sistema tradicional (100 a 160).

As principais espécies arbóreas para o uso múltiplo em sistemas agroflorestais no Semiárido brasileiro são: leucena (*Leucaena leucocephala*), gliricídia (*Gliricidia sepium*), algarobeira (*Prosopis juliflora*), sabiá (*Mimosa caesalpiniifolia*) e eucalipto (*Eucalyptus sp.*), que se desenvolvem adequadamente em áreas com precipitação média anual variando de 500 mm a 700 mm (Drumond, 2012). Entre os modelos agrossilvipastoris, destacam-se (Sá et al., 2009):

- Pastagens cultivadas com capim-buffel (*Cenchrus ciliaris*), capim-grama (*Cynodon dactylon* var. *aridus*) e capim *Urochloa mosambicensis*.
- Bancos de proteína de leucena cultivada em alamedas (4,0 m x 1,0 m) e consorciada com milho e/ou feijão.
- Bancos de proteína de gliricídia cultivada em alamedas (4,0 m x 1,0 m) e consorciada com o milho.

- Áreas de palma-forrageira cultivadas com as variedades gigante e redonda (*Opuntia ficus-indica*) em sistema adensado, com espaçamento de 1,0 m x 0,25 m e 1,0 m x 0,5 m, respectivamente, e em sistema de fileiras simples (3,0 m x 0,25 m) consorciadas com gliricídia nas linhas e milho nas entrelinhas.
- Áreas reflorestadas com sabiá estabelecida em espaçamento de 10,0 m x 3,0 m.
- Cercas vivas com forrageiras de gliricídia.

Em todos os sistemas, destaca-se a importância da utilização de espécies leguminosas para a FBN.

Outra técnica também utilizada no Semiárido brasileiro, que pode ser adotada como uma tecnologia mitigadora de mudança climática, é o plantio em aleias, ou seja, o plantio de árvores em fileiras devidamente espaçadas entre si, nas entrelinhas das quais se cultivam culturas agrícolas no início da estação chuvosa. O principal objetivo desse sistema é aumentar o teor de matéria orgânica, a ciclagem de nutrientes e a adição de nitrogênio por meio da adubação verde (Vasconcelos et al., 2012), o que pode ser considerado também como uma técnica que aumenta a resiliência do sistema agrícola.

As principais espécies de leguminosas empregadas no sistema de cultivo em aleias são: crotalária (*Crotalaria juncea*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*), guandu, leucena, gliricídia, sabiá e canafístula (*Peltophorum dubium*). A escolha dessas espécies depende muito das condições climáticas, do tipo de solo da região e das características das culturas (Eiras; Coelho, 2011; Vasconcelos et al., 2012). A gliricídia, por exemplo, é uma leguminosa arbórea que tem sido utilizada em sistemas em aleias no Semiárido por apresentar bom desenvolvimento em condições de estresse hídrico e alta capacidade de produção de biomassa (Marin et al., 2006). Estudos realizados por Marin et al. (2007) numa região agreste do estado da Paraíba (Brasil) avaliaram a produção e composição química do milho e as alterações das características do solo com uso de gliricídia em sistema de aleias. Constataram que o uso de *G. sepium* não alterou os teores de matéria orgânica total e aumentou significativamente os teores de matéria orgânica leve, fósforo disponível e potássio extraível do solo. Isso deve ter ocorrido devido à alta taxa de decomposição promovida nas entrelinhas das aleias por meio do revolvimento do solo.

Políticas públicas frente às mudanças climáticas

Descrever medidas de adaptação e mitigação sem destacar a importância das políticas públicas agrícolas implantadas no País seria negligenciar uma das bases promotoras da sustentabilidade. Segundo os estudos realizados pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2015), a política pública agrícola brasileira tem, cada vez mais, foco no desenvolvimento agrícola sustentável, utilizando o zoneamento agrícola como um importante instrumento. As regras do zoneamento são utilizadas como uma condição de elegibilidade dos produtores para obterem crédito e acesso a programas de seguros subsidiados.

O governo lançou, em 2010, um programa de crédito vinculado ao Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC) como um dos mecanismos para o País reduzir suas emissões de GEE entre 36,1% e 38,9% até 2020, de acordo com seu comprometimento voluntário. Assim, o Plano ABC promove ações que visam à recuperação de pastagens afetadas pela degradação do solo e viabiliza mecanismos de financiamento que põem em prática um sistema de produção integrado de culturas (pecuária e silvicultura). Para implantar as ações e atingir as metas previstas no Plano ABC, desde a sua criação até o início de 2015, de acordo com a FAO (2015), cerca de 32.000 contratos foram aprovados com a liberação de cerca de US\$ 10 bilhões em crédito. Entretanto, no Semiárido brasileiro, essa modalidade de crédito não vem sendo utilizada como deveria devido à falta de informação por parte dos agricultores e à ausência de um programa de assistência técnica robusto que promova a capilaridade do Plano ABC.

Os programas de crédito para o segmento da agricultura familiar têm um foco ambiental. Esses incluem oferta de crédito para plantio em solos improdutivos e degradados, para plantio florestal, para modernização dos sistemas de produção e preservação dos recursos naturais. Assim, a criação de novas políticas públicas, além de aumentar a segurança alimentar e econômica para a agricultura familiar, também poderá contribuir para a conservação dos solos, a manutenção e restauração da biodiversidade, com consequência positiva sobre a resiliência climática.

Outro ponto importante é a integração de políticas, como o apoio às práticas agroecológicas. O programa de agroecologia dentro do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) fornece crédito de investimento para agricultores que adotem sistemas agrícolas ambientalmente sustentáveis.

A implementação do Código Florestal de 2012 (Brasil, 2012) apela ao registro das unidades de exploração agrícola no Cadastro Ambiental Rural (CAR). Depois de maio de 2017, as propriedades rurais não incluídas no CAR passaram a não ter acesso ao crédito agrícola. No entanto, mesmo não inscritos no CAR, os agricultores podem se comprometer a cumprir os requisitos ambientais de acordo com o Programa de Regularização Ambiental (PRA), incluindo a restauração florestal, a conservação do solo e a manutenção de uma parte da propriedade como uma reserva.

Com o objetivo de fortalecer a agricultura familiar (inclusive a dependente de chuva) diante dos cenários de mudanças climáticas, é necessário desenvolver novos programas que visem não somente às tecnologias, processos e políticas públicas para a adaptação e mitigação do sistema produtivo, aumentando a produtividade e a produção, mas também ao fortalecimento das medidas implementadas, com políticas voltadas à segurança alimentar e nutricional. Como exemplos, destacam-se a política de preços mínimos implantada pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), mediante a Aquisição do Governo Federal (AGF) dentro do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), por meio do qual a Companhia Nacional de Abastecimento faz aquisições diretas da agricultura familiar a preços de mercado e destina o produto tanto para estoque como para distribuição, e o Programa de Garantia de Preços para a Agricultura Familiar (PGPAF), que garante que os agricultores de pequena escala recebam um preço baseado no custo médio da produção regional dos agricultores familiares, aumentando também a resiliência econômica desse setor.

Considerações finais

A vulnerabilidade do Semiárido brasileiro às mudanças climáticas é alta. Por isso, são necessárias ações que aumentem a resiliência da agricultura familiar. Estratégias de mitigação e adaptação podem reduzir a vulnerabilidade e criar novas oportunidades para o desenvolvimento. A construção

de sistemas agrícolas resilientes às mudanças climáticas necessitará de um forte impulso, que pode ser dado pela implantação e adoção de políticas públicas específicas para a agricultura familiar no Semiárido. Por estar localizado em uma das regiões mais pobres do País, o Semiárido brasileiro é também uma região muito vulnerável. Entretanto, a sua capacidade de sobreviver, resistir e recuperar-se das secas ao longo de muitos anos revela uma capacidade adaptativa marcante inerente à convivência com a falta de água e com as elevadas temperaturas. Assim, a adoção de tecnologias e a integração de sistemas de cultivos serão primordiais para a sustentabilidade da agricultura familiar, principalmente a dependente de chuvas, no Semiárido brasileiro.

Referências

- AGUIAR, M. I.; MAIA, S. M. F.; XAVIER, F. A. S.; MENDONÇA, E. S.; ARAÚJO FILHO, J. A.; OLIVEIRA, T. S. Sediment, nutrient and water losses by water erosion under agroforestry systems in the semi-arid region in northeastern Brazil. *Agroforestry Systems*, v. 79, n. 3, p. 277-289, 2010.
- ALTIERI, M. A. *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. 2nd ed. Boulder: Westview Press, 1995.
- AMBRIZZI, T.; ARAÚJO, M. (Coord.). **Sumário executivo: base científica das mudanças climáticas**. Brasília, DF: Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, 2013. 23 p.
- ARAÚJO FILHO, J. A. **Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris**. Sobral: EMBRAPA-CNPC, 1990. 18 p. (EMBRAPA-CNPC. Circular técnica, 11).
- AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B.; SILVA, V. P. R. Walter requirements of irrigated mango orchards in Northeast Brazil. *Agricultural Water Management*, v. 58, n. 1, p. 241-245, 2003.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; MARTÍNEZ, G. B. Contribuições dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) para uma agricultura de baixa emissão de carbono. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 5, p. 1014-1026, 2011.
- BRASIL. Lei n. 12651, de 25 de maio de 2012. **Código Florestal Brasileiro**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto

de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/1032082/lei-12651-12>>. Acesso: 1 abr. 2017.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Plano safra: Semiárido 2013/2014**. Brasília, DF, 2013. 39 p.

BRASIL. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 13, de 24 de março de 2011. Aprovar as normas sobre especificações, garantias, registro, embalagem e rotulagem dos inoculantes destinados à agricultura, bem como as relações dos micro-organismos autorizados e recomendados para produção de inoculantes no Brasil, na forma dos Anexos I, II e III, desta Instrução Normativa. **Diário Oficial da União**, 25 mar. 2011. Seção 1. p. 3-7.

CESANO, D.; ROVERE, E. L. L.; MARTIN, O.; CORRAL, T.; SANTOS, L.; COELHO, N. S.; NEVES, C. G. As experiências da coalizão adapta sertão na disseminação de tecnologias e estratégias de adaptação à mudança climática para o agricultor familiar do Semiárido Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, p. 1336-1350, 2011.

DECONTO, J. G. (Coord.). **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária: Unicamp, 2008. 82 p.

DRUMOND, M. A. Espécies arbóreas potenciais para Sistemas Integrados de Produção (ILPF) no Semiárido Brasileiro. In: SANTOS, L. D. T.; MENDES, L. R.; DUARTE, R.; GLÓRIA, J. R.; ANDRADE, J. M.; CARVALHO, L. R.; SALES, N. L. P. (Ed.). **Integração lavoura-pecaúria-floresta: potencialidades e técnicas de produção**. Montes Claros: Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, 2012. p.85-99.

EIRAS, P. P.; COELHO, F. C. Utilização de leguminosas na adubação verde para a cultura de milho. **Revista Científica Internacional**, v. 4, p. 28, 2011.

FAO. **Deep roots**. Rome: Tudor Rose, 2014.

FAO. **Perspectivas agrícolas no Brasil: desafios da agricultura brasileira 2015-2024**. Brasília, DF: FAO: OCDE, 2015. 51 p. Disponível em: <<http://www.fao.org.br/download/PA20142015CB.pdf>>. Acesso em: 6 dez. 2017.

FREITAS, R. M. O. de; DOMBROSKI, J. L. D.; FREITAS, F. C. L. de; NOGUEIRA, N. W.; PINTO, J. R. de S. Crescimento de feijão-caupi sob efeito de veranico nos sistemas de plantio direto e convencional. *Bioscience Journal*, v. 30, n. 2, p. 393-401, 2014.

GHINI, R. **Mudanças climáticas globais e doenças de plantas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005. 104 p.

GIONGO, V.; BRANDÃO, S. da S.; SANTANA, M. da S.; COSTA, N. D.; MENDES, A. M. S.; YURI, J. E.; PETRERE, C. **Sistema plantio direto de meloeiro com coquetéis vegetais em Vertissolo no Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2014. 26 p. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 117).

GIONGO, V.; MENDES, A. M. S.; CUNHA, J. T. F.; GALVÃO, S. R. S. Decomposição e liberação de nutrientes de coquetéis vegetais para utilização no Semiárido brasileiro. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 3, p. 611-618, 2011.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. Summary for Policymakers. In: STOKER, T. F.; QIN, D.; PLATTNER, G. K.; TIGNOR, M.; ALLEN, S. K.; BOSCHUNG, J.; NAUELS, A.; XIA, Y.; BEX, V.; MIDGLEY, P. M. (Ed.). **Climate Change 2013: the physical science basis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: regional aspects. In: FIELD, C. B.; BARROS, V. R.; DOKKEN, D. J.; MACH, K. J.; MASTRANDREA, M. D.; BILIR, T. E.; CHATTERJEE, M.; EBI, K. L.; ESTRADA, Y. O.; GENOVA, R. C.; GIRMA, B.; KISSEL, E. S.; LEVY, A. N.; MACCRACKEN, S.; MASTRANDREA, P. R.; WHITE, E. L. L. (Ed.). **Contribution of working group II to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change Cambridge**. Cambridge University Press, 2014.

LIMA, A. B.; VASCONCELOS, I. C.; ROCHA, P. V. **Impactos das mudanças climáticas: opções de resposta para os agricultores familiares do Brasil**. Brasília, DF: IPC-IG, 2015. 2 p. Disponível em: <http://www.ipc-undp.org/pub/port/OP309PT_Impactos_Mudancas_Climaticas_Opcoes_Resposta_Agricultores_Familiares_Brasil.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2018.

MAIA, S. M. F.; XAVIER, F. A. D. S.; OLIVEIRA, T. S. D.; MENDONÇA, E. D. S.; ARAÚJO FILHO, J. A. D. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. *Revista Árvore*, v. 30, n. 5, p. 837-848, 2006.

MARIN, A. M. P.; MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H. Produtividade de milho solteiro ou em aléias de gliricídia adubado com duas fontes orgânicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 5, p. 669-677, 2007.

MARIN, A. M. P.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, E. D.; SAMPAIO, E. V. D. S. B. Efeito da *Gliricidia sepium* sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistema agroflorestal no agreste Paraibano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 3, p. 555-564, 2006.

OLIVEIRA, T. S.; NOGUEIRA, R. da S.; TEIXEIRA, A. dos S.; CAMPANHA, M. M.; ROMERO, R. E. Distribuição espacial do índice de manejo do carbono em luviissolos sob sistemas agrícolas tradicionais e agroflorestais no Município de Sobral-CE. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 589-592, 2009.

PEREIRA, R. G.; MEDEIROS, P. V. Q.; CAVALCANTE, M.; CRUZ, S. C. S.; BARROS, E. S. Avaliação de espécies forrageiras como plantas de cobertura sobre os componentes de produção do milho cultivado no sistema plantio direto. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 1-4, 2009.

SÁ, C. O.; SÁ, J. L.; RANGEL, J. H. A.; MUNIZ, E. N. Sistema agrossilvipastoril para convivência com o semi-árido sergipano. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 2517-2520, 2009.

SACRAMENTO, J. A. A. S.; ARAÚJO, A. C. M.; ESCOBAR, M. E. O.; XAVIER, F. A. S.; CAVALCANTE, A. C. R.; OLIVEIRA, T. S. Soil carbon and nitrogen stocks in traditional agricultural and agroforestry systems in the semiarid region of Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 3, p. 784-795, 2013.

SALAZAR, L. F; NOBRE, C. A.; OYAMA, M. D. Climate change consequences on the biome distribution in tropical South America. **Geophysical Research Letters**, v. 34, p. 1-6, 2007.

SANTANA, C. V. S. **Interação entre fatores do ambiente e *Oidium* sp. em feijão-caupi**. 2013. 69 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SANTOS, C. A. F. Melhoramento do feijão-caupi para temperaturas moderadas e elevadas no Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, p. 1151-1162, 2011.

SILVA, A. S.; SILVA, I. D. F. da; SILVA NETO, L. D. F. da; SOUZA, C. de. Semeadura direta na produção do milho em agricultura de sequeiro na região Nordeste do Brasil. **Ciência Rural**, v. 41, n. 9, p. 1556-1562, 2011.

SILVA, M. G. O; FREITAS, F. C. L. de; NEGREIROS, M. Z. de; MESQUITA, H. C. de; SANTANA, F. A. O. de; LIMA, M. F. P. de. Manejo de plantas daninhas na cultura da melancia nos sistemas de plantio direto e convencional. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 494-499, 2013.

VASCONCELOS, M. da C. C. A.; SILVA, A. F. A. da; LIMA, R. da S. Cultivo em aléias: uma alternativa para pequenos agricultores. **Revista ACSA**, v. 8, n. 3, p. 18-21, 2012.

VENTURA, A. C.; ANDRADE, J. C. S. Policultura no semiárido brasileiro, **Field Actions Science Reports**, special issue 3, 2011. Disponível: <<http://factsreports.revues.org/2558>>. Acesso: 30 mar. 2015.

A obra *Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido* apresenta potencialidades e alternativas para a produção agrícola sustentável nos diferentes sistemas produtivos do Semiárido brasileiro.

São abordados temas como as ações de mitigação e adaptação diante das mudanças climáticas, o uso e o manejo do solo, os múltiplos potenciais da biodiversidade da Caatinga, as principais culturas alimentícias e oleaginosas, além da biodiversidade relacionada à produção e à conservação de sementes em áreas onde a produção agrícola é de base familiar.

Além disso, o leitor tem acesso a informações sobre máquinas e implementos para a agricultura familiar, formas de uso da água para a produção de alimentos, alternativas alimentares para os rebanhos, manejo reprodutivo de caprinos e ovinos, criação de galinhas localmente adaptadas, apicultura, meliponicultura e criação de peixes.

Esta publicação traz, assim, valiosa contribuição para a expansão do conhecimento e do desenvolvimento de estratégias para melhoria e valorização da agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido brasileiro.

