

# CAPIM-MARANDU E BABAÇU EM SISTEMA SILVIPASTORIL



**Dr. Afrânio Gonçalves Gazolla**

Zootecnista

**SÃO LUIS – MARANHÃO – BRASIL**

**Janeiro – 2022**

**1ª Edição**

ISBN: 978-65-00-48314-7



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Gazolla, Afranio Goncalves

Capim-marandu e babaçu em sistema silvipastoril  
[livro eletrônico] / Afranio Goncalves Gazolla. --  
São Luís, MA : Ed. do Autor, 2022.  
PDF.

Bibliografia.

ISBN 978-65-00-48314-7

1. Babaçu 2. Babaçu - Brasil 3. Lavoura  
4. Pecuária 5. Sistema silvipastoris I. Título.

22-117119

CDD-634.6

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Babaçu : Cultivo : Agricultura 634.6

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

# **CAPIM-MARANDU E BABAÇU EM SISTEMA SILVIPASTORIL**

**Afrânio Gonçalves Gazolla**

Zootecnista

SÃO LUIS – MARANHÃO – BRASIL

Julho – 2022

Sumário	Páginas
Lista de Tabelas.....	iii
Lista de Figuras.....	v
Lista de Abreviaturas.....	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivo geral .....	2
1.2 Objetivos específicos .....	2
II REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Expansão da atividade agrícola, pecuária e madeireira no bioma amazônico .....	3
2.2 Sistemas agroflorestais.....	4
2.3 Sistemas silvipastoris .....	5
2.3.1 Sistemas silvipastoris de componentes arbóreos naturais .....	5
2.4. Componentes bióticos e abióticos dos sistemas agrossilvipastoris.....	7
2.4.1 Luz.....	7
2.4.2 Temperatura.....	11
2.4.3 Água .....	12
2.4.4 Composição química da forragem.....	14
2.4.5 Outros fatores .....	15
2.4.6 Árvores e o bem-estar animal .....	17
2.5 Brachiaria ( <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu). .....	18
2.6 Babaçu ( <i>Attalea speciosa</i> Mart.) .....	20
2.6.1 Caracterização do babaçu .....	20
2.6.2 Importância socioeconômica do extrativismo do babaçu.....	21
2.6.3 Babaçu e agrossistemas.....	22
2.6.4 Sustentabilidade do sistema silvipastoril com babaçu .....	25
III. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1 Local e período experimental.....	27
3.2 Condições climáticas.....	27
3.3 Tratamentos e delineamento experimental.....	28
3.4 Solo da área experimental.....	28
3.4.1 Comparações de exigências do capim-marandu .....	29

3.5 Formação da pastagem .....	30
3.6 Animais experimentais e método de pastejo .....	30
3.7 Coleta de dados .....	32
3.7.1 Avaliação de solos .....	32
3.7.1.1 Umidade .....	32
3.7.1.2 Composição química .....	32
3.7.1.3 Solo nu.....	32
3.7.1.4 Serrapilheira .....	33
3.7.2 Avaliação do pasto .....	33
3.7.2.1 Composição química do capim-marandu.....	33
3.7.2.2 Massa seca de forragem do capim-marandu .....	34
3.7.2.3 Massa seca de plantas daninhas .....	34
3.7.3 Interceptação luminosa .....	34
3.7.4 Altura das palmeiras e sombreamento .....	34
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
4.1 Sombreamento, altura e arquitetura do babaçu.....	35
4.1.1 Altura do babaçu e disponibilidade de luz .....	38
4.3 Umidade do solo, massa seca do pasto, massa seca de plantas daninhas, área de solo nu e produção de serrapilheira. ....	39
4.3.1 Umidade do solo.....	40
4.3.2 Massa seca do pasto .....	41
4.3.3 Massa seca de plantas daninhas.....	42
4.3.4 Balanço da produção capim-marandu e plantas daninhas.....	44
4.3.5 Área de solo nu.....	44
4.3.6 Produção de serrapilheira .....	45
4.4 Composição química da forragem .....	46
4.4.1 Matéria seca da forragem .....	47
4.4.2 Fibra em detergente neutro .....	49
4.4.3 Fibra em detergente ácido .....	50
4.4.4 Celulose .....	51
4.4.5 Hemicelulose .....	51
4.4.6 Lignina.....	52
4.4.7 Proteína bruta .....	52
4.4.8 Cinzas .....	53
V. CONCLUSÕES .....	55
VI. REFERÊNCIAS.....	56
VII. IMPLICAÇÕES.....	71

## Lista de Tabelas

	<b>Páginas</b>
Tabela 1. Resultados obtidos na análise química das variáveis: pH, P, K, Ca, Mg, SB, Al, CTC e SB do solo da área experimental, comparados as recomendações de MACEDO (2004) para solos com 15% de argila.	29
Tabela 2. Altura média das palmeiras e área de sombra produzida pela copa das palmeiras nas densidades de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare, em sistema silvipastoril com capim-marandu.	35
Tabela 3. Resultados obtidos na análise de variância da umidade do solo (UMD), massa seca do pasto (MSP), massa seca de plantas daninhas (MSPD) e solo nu (SNU), período (PR) de águas e seca, em áreas com ou sem sombreamento (SS) nas densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu.	40
Tabela 4. Desdobramento da interação sombreamento × densidade na variável umidade do solo (UMD), em áreas com ou sem sombreamento (SS) nas densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu.	40
Tabela 5. Desdobramento da interação período × densidade de massa seca do pasto (MSP), nos períodos (PR) de águas e seca, em áreas com densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu.	41
Tabela 6. Desdobramento da interação sombreamento × densidade de massa seca de plantas daninhas (MSPD), no sombreamento (SS) sombra e sol, em áreas com densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu.	44
Tabela 7. Desdobramentos da interação período × densidade da área de solo nu (SNU), nos períodos (PR) de águas e seca, nas densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu.	45
Tabela 8. Desdobramento da interação sombreamento (SS) × densidade na variável serrapilheira (SERR) nas densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu.	46
Tabela 9. Resultados obtidos na análise de variância dos efeitos: PR, DS, SS e coeficiente de variação dos dados da análise de: MS, FDN, FDA, CEL, HEMI, LIG, PB e CNZ, nos PR de águas e seca, em áreas com ou sem SS nas DS de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu.	47
Tabela 10. Desdobramento da interação período × densidade na variável matéria seca (MS).	47

Tabela 11. Desdobramento da interação período × densidade na variável matéria seca (MS).	48
Tabela 12. Desdobramento da interação densidade × sombreamento na variável matéria seca (MS), em áreas com ou sem sombreamento (SS) nas densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu	48
Tabela 13. Desdobramento da interação período × sombreamento na variável fibra em detergente neutro (FDN), nos períodos (PR) de águas e seca, nas densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu	49
Tabela 14. Desdobramento da interação período × sombreamento na variável fibra em detergente ácido (FDA), nos períodos (PR) de águas e seca, em áreas com ou sem sombreamento (SS) em sistema silvipastoril com capim-marandu.	50
Tabela 15. Desdobramento da interação período × sombreamento na variável celulose (CEL), nos períodos (PR) de águas e seca, em áreas com ou sem sombreamento (SS) em sistema silvipastoril com capim-marandu.	51
Tabela 16. Desdobramento da interação período × densidade na variável hemicelulose (HEMI), nos períodos (PR) de águas e seca, em sistema silvipastoril com capim-marandu	51
Tabela 17. Desdobramento da interação período × sombreamento na variável lignina (LIG), nos períodos (PR) de águas e seca, em áreas com ou sem sombreamento (SS) em sistema silvipastoril com capim-marandu.	52
Tabela 18. Desdobramento da interação período × densidade na variável proteína bruta (PB) nos períodos (PR) de águas e seca, nas densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu	52
Tabela 19. Desdobramento da interação densidade × sombreamento na variável proteína bruta (PB), em áreas com ou sem sombreamento (SS) nas densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu	53
Tabela 20. Desdobramento da interação densidade × sombreamento na variável cinza (CNZ), em áreas com ou sem sombreamento (SS) nas densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu.	54

## Lista de Figuras

	Páginas
Figura 1 - Pindovas (palmeira jovem) do babaçu ( <i>Attalea speciosa</i> Mart) já iniciando o aparecimento da estirpe (esquerda), sistema silvipastoril adulto (direita).	23
Figura 2 - Controle de Pindova (palmeira jovem do babaçu ( <i>Attalea speciosa</i> Mart)) como planta daninha do pasto, no lado esquerdo controle químico e a direita controle manual.	24
Figura 3 - Médias mensais de pluviosidade, temperatura e umidade ao longo dos anos de 2010 e 2011, obtidas da estação de agrometereologia da Fazenda Santo Antônio, Matinha – MA.	27
Figura 4 - Ilustração da interceptação luminosa de uma palmácea e o deslocamento de sua sombra ao longo do dia.	35
Figura 5 - Projeção de sombra das palmeiras de babaçu produzida na densidade de 40 palmeiras por hectare, em sistema silvipastoril com capim-marandu.	37
Figura 6 - Interceptação luminosa na área sombreada das densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu e interceptação luminosa estimada através de regressão linear.	39
Figura 7 - Produção de capim-marandu, plantas daninhas e produção total, por período.	44



## Lista de Abreviaturas

Al	Alumínio
B.	<i>Brachiaria</i>
°C	Grau centigrado
CEL	Celulose
CNE	Carboidratos não estruturais
CNF	Carboidratos não fibrosos
CNZ	Cinzas
CTC	Capacidade de troca catiônica
DS	Densidade
FCAV	Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FL	Fotossíntese líquida
G	Gramas
Há	Hectare
HEMI	Hemicelulose
K	Potássio
Kg	Quilograma
LANA	Laboratório de Nutrição Animal
LIG	Lignina
M	Metro
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
MA	Maranhão
Mm	Micrômetro
Mg	Magnésio
MM	Matéria mineral
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca
N	Nitrogênio
Na	Sódio
PB	Proteína bruta
PR	Período
SB	Soma de Bases
SERR	Serrapilheira
SS	Sombreamento
SSP	Sistema silvipastoril
SAF	Sistema Agroflorestal
UA	Unidade animal
UEMA	Universidade Estadual do Maranhão
UNESP	Universidade Estadual Paulista
V	Saturação por bases

## CAPIM-MARANDU E BABAÇU EM SISTEMA SILVIPASTORIL

### RESUMO

O trabalho objetivou avaliar efeito do babaçu (*Attalea speciosa* Mart.) sobre os aspectos de: produção de sombra, presença de plantas daninhas, área de solo nu, massa e composição química do pasto de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) nos períodos de maior e menor disponibilidade de água, mantido sobre pastejo intermitente, com período de descanso de 30 dias no período das águas e 60 dias no período seco, utilizando a técnica de “mob-stocking”. O experimento foi conduzido de setembro de 2010 a setembro de 2011, na Fazenda Santo Antonio em Matinha – MA. A área experimental foi dividida em seis piquetes com as respectivas densidades: 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras por hectare. O delineamento experimental foi formado por parcelas sub-divididas, tendo nas parcelas um fatorial 2 x 6 (dois períodos e seis densidades) e nas sub-parcelas o sombreamento (sombra e sol) com quatro repetições cada. No período das águas o aumento da densidade de palmeiras de babaçu (*Attalea speciosa* Mart.) em linhas gerais: reduziu a proteína bruta, a porcentagem do solo nu, aumentou a matéria seca da forragem e a umidade do solo. No período seco, o aumento da densidade de palmeiras de babaçu reduziu a proteína bruta e a porcentagem do solo nu. Nas áreas sombreadas o aumento da densidade de palmeiras contribuiu para maiores teores de umidade. O porte elevado das palmeiras de babaçu reduziu o efeito do sombreamento como fator de inibição do desenvolvimento do capim-marandu. A massa seca de capim-marandu foi maior no período das águas e no período seco a massa seca de plantas daninhas, onde o babaçu em sua fase inicial e o capim-duro (*Paspalum virgatum*) tiveram respectivamente maior participação. O aumento das densidades de palmeiras de babaçu reduziu a massa de plantas invasoras e a porcentagem de solo nu. A grande presença de invasoras e a composição química do solo apontam para um adiantado grau de degradação da pastagem.

**Palavras-Chave:** forragem, solo nu, sombreamento, planta daninha.

## MARANDU GRASS AND BABASSU IN SILVOPASTORAL SYSTEM

### ABSTRACT

The study aimed to evaluate and measure the effect of babassu (*Attalea speciosa* Mart) in the following aspects of: shade production, weeds, bare soil area, herbage mass, chemical composition of the marandu grass (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) during periods of greater and lesser availability of water, kept on rotational grazing with rest period of 30 days during the rainy season and 60 days in the dry season, using "mob-stocking" technique. The experiment was conducted from September, 2010 to September, 2011 in Matinha - MA. The experimental area was splitted into six areas with the following densities: 10, 20, 30, 40, 50 and 60 palms per hectare. The experimental design was split-plot having a 2 x 6 factorial (two seasons and six densities) and the shadowing sub-plot (shadow and sun) with four replications. On the rainy season the density increments of the babassu palms (*Attalea speciosa* Mart.) in general: reduced the crude protein, bare soil percentage, increased the forage dry matter and the soil humidity. In the dry season, the density increments of the babassu palms reduced the crude protein and the bare soil amount. In the shadowing areas the density increments of the babassu palms contributed to increase the soil humidity. The high size of the babassu palms reduced the effect of shadowing as inhibition factor of development of marandu grass. The marandu grass matter was greater during the rainy season and on the dry season the weeds, where the young *Attalea speciosa* Mart. and the *Paspalum virgatum* had greater participation. The density increments of the babassu palms reduced the weeds matter and the bare soil participation. The great presence of weeds and the soil chemical composition points to a high level of pasture degradation.

**Keywords:** forage, bare soil, shading, weeds.

## I. INTRODUÇÃO

O Brasil, em vista da vasta extensão territorial e condições climáticas favoráveis, apresenta elevado potencial de produção animal em pastagens. Esta realidade contribui para possuir um dos menores custos de produção animal do mundo (CARVALHO et al., 2009; FERRAZ & FELÍCIO, 2010).

A substituição total do componente arbóreo por monocultura de gramíneas tem contribuído para que pelo menos metade das áreas de pastagens em regiões ecologicamente importantes, da Amazônia e do Brasil Central, estejam em processo de degradação ou degradadas (DIAS-FILHO, 2005).

A recuperação da produtividade dessas áreas é uma forma de aumentar a produtividade pecuária, sem promover a expansão das áreas de pastagens existentes (FERRAZ & FELÍCIO, 2010). Dentre as estratégias propostas para a recuperação de pastagens degradadas, a implantação de sistemas silvipastoris é uma das alternativas viáveis, pois recompõe parte da vegetação suprimida durante o processo de formação de pastagens (SERRÃO & HOMMA, 1991). Para esta finalidade, os componentes arbóreos usados estão associados a espécies domesticadas, ficando espécies selvagens como o babaçu e a carnaúba fora do processo por serem um recurso ligado ao extrativismo e, portanto, sem estudos para a cultura, mesmo possuindo grande importância social e econômica nas áreas de ocorrência.

Combinações de gramíneas naturais ou cultivadas com o babaçu pode ser uma estratégia econômica e ambientalmente viável para sistemas de produção de bovinos na região dos ecótonos: Amazônia-Cerrado, Amazônia-Cerrado-Caatinga e Mata Atlântica-Caatinga-Cerrado, pois trata-se de uma espécie nativa de caráter pioneira, de fácil manutenção, sem a necessidade de gastos com a introdução de mudas, manutenção do bosque, resistente aos incêndios além de não necessitar isolamento da área de plantio durante os primeiros anos de estabelecimento.

Na década de 80, nas regiões ao longo do Rio Mearim, grandes áreas de babaçu foram removidas para formação de pastagens em monocultura, mas,

atualmente, observa-se uma nítida preocupação dos pecuaristas em proteger parte da regeneração natural do babaçu, com a finalidade de oferecer sombra aos animais e maior produção de forragem no período seco. Contudo, a carência de trabalhos, sobre qual a contribuição do babaçu na produção animal e no processo de manutenção das pastagens, tem acarretado divergências entre técnicos e produtores em relação ao manejo na pastagem.

Neste trabalho estudaram-se os efeitos da manutenção do babaçu em diferentes densidades em sistema silvipastoril com capim-marandu, sobre os atributos químicos do solo, composição química da forragem e produção do pasto.

### **1.1 Objetivo geral**

O trabalho objetivou estudar o sombreamento do babaçu sobre a produção e a composição química do pasto de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), nos períodos de maior e menor disponibilidade de água, sob variadas densidades da palmeira do babaçu (*Attalea speciosa* Mart) na região da Baixada Maranhense.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Avaliar o efeito de densidade da palmeira de babaçu sobre a produção e composição química da forragem nos períodos críticos do ano: ápice do período das águas e do período seco.
- Efeito da altura média das palmeiras de babaçu na área de sombra produzida.
- Efeito do sombreamento na massa de plantas daninhas e quais espécies de maior ocorrência.
- Avaliar o estado de degradação do pasto.

## **II REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Expansão da atividade agrícola, pecuária e madeireira no bioma amazônico**

O desmatamento na Amazônia é condicionado por fatores externos e internos à unidade produtiva. Entre os externos se destacam: políticas públicas como a de assentamento de agricultores na Amazônia e os subsídios para o estabelecimento de grandes propriedades na região. Os fatores internos estão relacionados à decisão do produtor sobre o que, como e quanto produzir e, dentre eles, se destacam: acesso a mercados, solos e valor da floresta (CARPENTIER et al., 2000).

Os projetos de colonização desenvolvidos na região amazônica sempre privilegiaram e impulsionaram as atividades agropecuárias, principalmente a pecuária extensiva. Esta atividade se caracterizou na região pela baixa qualidade dos pastos e baixo desempenho das criações, exigindo assim uma área maior para suportar um mesmo número de animais se comparado ao desempenho obtido em outras regiões do Brasil. É exatamente essa necessidade de maiores áreas para a criação que exerce uma pressão sobre a floresta nativa e que torna a atividade pecuária um dos grandes indutores do desflorestamento na Amazônia Brasileira (ÂNGELO & SÁ, 2007).

O modelo de desenvolvimento da atividade pecuária em áreas de fronteira agrícola se distingue por um fluxo migratório inicial intenso e rápida taxa de expansão. Essa expansão inicial se baseia em uma pecuária extremamente extensiva, desenvolvida sob terras abundantes e baratas. Em seguida, geralmente concomitante com a gradativa escassez na disponibilidade de terras e a elevação do seu preço, instala-se uma fase de “refinamento” da pecuária, marcada por eventos opostos de abandono ou de intensificação da atividade. O abandono é liderado, sobretudo por produtores rurais com uma visão mais “pioneira” do que empresarial sobre a atividade pecuária (DIAS-FILHO, 2010).

De acordo com OLIVEIRA et al. (2009) a bovinocultura está associada ao desmatamento nos estados do Acre e Rondônia. Entretanto, o estabelecimento de mecanismos de causa e efeito ainda demanda pesquisa. Grande parte das áreas

desmatadas e inicialmente utilizadas em projetos de colonização com culturas anuais de subsistência terminam sendo convertidas em pastagens para a bovinocultura de leite e de corte.

ÂNGELO & SÁ (2007) avaliaram como ocorre o processo de desmatamento na Amazônia. Os autores concluíram que o processo ocorre em resposta a uma série de fatores e os mais significativos em ordem de importância são: extração madeireira, aumento da população regional, produção madeireira, aumento da malha viária e do efetivo do rebanho bovino, excluindo assim a pecuária como principal causa do desmatamento.

## **2.2 Sistemas agroflorestais**

Os sistemas agroflorestais são formas de uso e manejo dos recursos naturais nas quais espécies arbóreas como: árvores, arbustos e palmeiras são utilizadas em consorciação com cultivos agrícolas ou com animais de forma simultânea temporal (MONTAGNINI, 1992).

KING & CHANDLER (1978) e MONTAGNINI (1992) conceituaram os sistemas agroflorestais (SAF) como sendo os sistemas sustentáveis de uso da terra que combinam de maneira simultânea ou em sequência, a produção de cultivos agrícolas com plantações de árvores frutíferas ou florestais e/ou animais, utilizando a mesma unidade de terra. Esta definição implica necessariamente que:

- a) Um SAF tem sempre dois ou mais produtos.
- b) Um SAF envolve normalmente duas ou mais espécies de plantas, sendo que pelo menos uma delas é arbórea.
- c) O mais simples SAF é sempre mais complexo que o monocultivo.

Classificações simples de SAF, baseada na natureza dos componentes e no tipo de combinações entre eles são:

- a) Sistemas silviagrícolas ou agrossilviculturais: caracterizado pelo consórcio de árvores com cultivos agrícolas anuais ou perenes.

- b) Sistemas silvipastoris: consórcio de árvores dentro da atividade pecuária ou criação de animais dentro de povoamento florestal cultivado ou natural.
- c) Sistemas agrossilvipastoris: caracterizado pela combinação simultânea ou sequencial de componente arbóreo com cultivo agrícola e animais.

## 2.3 Sistemas silvipastoris

O pastejo realizado pelos animais domésticos e selvagens nas grandes áreas de Cerrados, Campos, Caatinga, Pantanal, Baixada Maranhense, Ilha de Marajó, Lavrado e outras regiões do Brasil são exemplos clássicos de como a consorciação natural entre espécies vegetais arbóreas e herbáceas se integram com animais para a produtividade da terra (GAZOLLA, 2004).

As interações silvipastoris se mantêm num estado dinâmico e respondem às variações dos elementos de entradas como: chuva, radiação, temperatura do ar e nitrogênio atmosférico, bem como os elementos de saídas: animais que realizam o pastejo, corte das árvores e as perdas por erosão e lixiviação (GARCIA & COUTO, 1997; GAZOLLA et al., 2002).

### 2.3.1 Sistemas silvipastoris de componentes arbóreos naturais

Sistemas silvipastoris naturais incluem o componente arbóreo que fazia parte ou se regenerou da vegetação natural. São exemplos a associação dos babaçuais, vegetação formada pela palmeira nativa babaçu (*Attalea speciosa* Mart.) com gramíneas naturalizadas, típicos do Estado do Maranhão. Os bacurizais, vegetação formada pela fruteira nativa bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.), Angelim (*Dimorphandra* sp.) com quicuí (*Brachiaria humidicola*) na Baixada Maranhense com pastagens nativas e cultivadas na Baixada Maranhense. (GAZOLLA, 2004).

Bordão de velho (*Samanea saman* Jac.) e fava de bolota (*Parkia platycephala*) no Maranhão (LIMA, 2000), Inajá (*Maximiliana maripa*) × quicuí (*Brachiaria humidicola*) ou capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) no nordeste Paraense (VEIGA et al., 2001), Ipê (*Tabebuia serratifolia*) × (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) ou colônia (*Panicum maximum*) ou quicuí (*Brachiaria*



*humidicula*) em toda fronteira agrícola da Amazônia (DIAS-FILHO, 2010). Nestes casos, ao contrário de uma distribuição regular, o componente arbóreo tem uma dispersão caótica, sem ordenamento, podendo ocorrer em reboleiras (CARVALHO & RAMOS, 1982; KNOWLES, 1991).

Os sistemas silvipastoris com componente arbóreo natural são os mais complexos de avaliação, em virtude do grande número de variáveis que não podem ser padronizadas, dentre elas destacam-se: espaçamento aleatório, alturas e idades variadas, morfologia e diversidade dos indivíduos. Essa irregularidade dos componentes é resultado da regeneração natural pelo banco de sementes presente nas pastagens (GAZOLLA, 2004). Nesta categoria de sistemas silvipastoris, autores têm conduzido o estudo com plantas isoladas (ANDRADE et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2005; SOUSA et al., 2007), sem efeito de densidade.

Os sistemas silvipastoris com componente arbóreo natural composto por babaçu ou carnaúba apresentam uma uniformidade maior, quando comparado aos demais. Isso ocorre em função da longevidade das palmeiras e sua resistência ao fogo, permitindo uma densidade maior de indivíduos em idade adulta e contribuindo para a redução do efeito de copa pelo fuste elevado. Devido a sua agressividade como pioneira, permite receber desbastes para a obtenção de espaçamentos mais uniformes. Esta prática atende aos critérios dos pecuaristas para facilitar o roço mecânico ou apenas para produzir sombra para os animais. Neste caso, há preferência para concentração em determinadas áreas do pasto, formando reboleiras e causando o desaparecimento da forrageira por pisoteio (GAZOLLA, 2004).

O fato do babaçu não ser plantado, mas sim uma regeneração de sucessão primária pelo banco de sementes, implica em uma distribuição aleatória. Densidades variáveis surgem em momentos diferentes, tornando um processo complexo o desenvolvimento de metodologias específicas para sua avaliação.

## **2.4. Componentes bióticos e abióticos dos sistemas agrossilvipastoris**

### **2.4.1 Luz**

A radiação solar é a fonte principal de toda a energia que mantém a ecosfera do planeta, a qual é transformada em energia química através da fotossíntese, processo físico-químico onde são sintetizados compostos orgânicos a partir de matéria-prima inorgânica, na presença de luz solar (LARCHER, 1975).

Dentre os diversos elementos do ambiente, a luz é primordial para o crescimento das plantas, não só por fornecer energia para a fotossíntese, mas também por fornecer sinais que regulam seu desenvolvimento por meio de receptores de luz sensíveis a diferentes intensidades, qualidade espectral e estado de polarização. Dessa forma, modificações nos níveis de luminosidade, aos quais uma espécie está adaptada, podem condicionar diferentes respostas fisiológicas em suas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento (ATROCH et al., 2001).

A produção forrageira se baseia na transformação de energia solar em compostos orgânicos por meio da fotossíntese, onde o dióxido de carbono da atmosfera é combinado com a água e convertido em carboidratos com a utilização da energia solar. A produtividade primária de uma pastagem é determinada basicamente pela quantidade de carbono acumulada por unidade de área de solo por unidade de tempo. O carbono é o principal constituinte dos tecidos vegetais e a taxa de acúmulo de biomassa de um pasto é determinada pela taxa com que o nutriente é assimilado pelas plantas (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996).

O sucesso da exploração de sistemas silvipastoris depende da manutenção do equilíbrio entre os seus componentes. Para isso, torna-se necessário conhecer as interações existentes entre os componentes, principalmente no que diz respeito aos diferentes níveis de requerimento e utilização dos fatores naturais de produção, destacando-se luz, água, temperatura e nutrientes (PEREIRA & REZENDE, 1997).

Ao atravessar o dossel de uma comunidade vegetal, a luz solar, além de ser atenuada, sofre mudanças em sua composição espectral. Devido à presença de

clorofilas e carotenóides, grande parte dos fótons de luz nas bandas vermelha e azul são absorvidos pelas primeiras folhas. Já o vermelho intenso atravessa as folhas com facilidade. À medida que o auto-sombreamento aumenta em uma comunidade, a radiação ambiental vai se tornando empobrecida de fótons de azul e vermelho e enriquecida com fótons de luz vermelha extrema. Neste caso, a parte aérea responde negativamente ao gravitropismo tornando possível a captura de energia radiante de forma mais eficiente, importante para a fotossíntese e controle de outros processos de desenvolvimento (KERBAUY, 2008).

Em competição por luz, haverá tolerância ao sombreamento ou maior capacidade em sombrear plantas vizinhas. A maioria das plantas forrageiras tropicais são plantas de sol e não apresentam tolerância desenvolvida ao sombreamento, devendo apresentar redução no crescimento nessas condições. O efeito de radiação é o determinante básico do crescimento das plantas através dos seus efeitos sobre a fotossíntese e outros processos fisiológicos, como a transpiração e a absorção de nutrientes (NASCIMENTO JÚNIOR, 1998).

Segundo CASTRO et al. (1999), o sombreamento normalmente tem maior efeito sobre características quantitativas do que sobre a qualidade da matéria seca (MS) produzida, e aumentos no teor de proteína ocorrem com a diminuição no teor de carboidratos solúveis. Observa-se menores concentrações de carboidratos não estruturais (CNE) que diferem dos carboidratos não fibrosos (CNF), principalmente pela ausência de pectatos, em gramíneas que receberam sombreamento mais intenso. De acordo com LARCHER (1975), as variações nos teores de CNE estão associadas à intensidade luminosa, em virtude da relação direta entre a fotossíntese líquida e a intensidade da radiação luminosa que chega às folhas.

Os sistemas agroflorestais favorecem nitidamente as árvores na competição por luz, ficando a produção da vegetação herbácea sujeita a densidade ou espaçamento do componente arbóreo e à sua adaptação fisiológica à baixa intensidade de luz. Segundo TIESZEM (1993), as plantas C<sub>4</sub>, pelo melhor desempenho fotossintético a pleno sol, seriam as mais indicadas para o estrato

superior, enquanto as plantas C<sub>3</sub>, fisiologicamente adaptadas às condições de pouca radiação, deveriam preferencialmente compor o estrato inferior.

Contudo, são poucas as plantas C<sub>4</sub> de possível utilização no estrato superior de um sistema silvipastoril (SSP) e nenhuma das gramíneas forrageiras tropicais recomendadas para a formação de pastagens são do tipo C<sub>3</sub>, apesar de algumas delas apresentarem certa tolerância ao sombreamento.

CASTRO et al. (1999) estudaram a produção forrageira de seis gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida (*Andropogon gayanus* cv. Planaltina, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Brachiaria decumbens*, *Melinis minutiflora*, *Panicum maximum* cv. Vencedor e *Setaria anceps* cv. Kazungula) e obtiveram como resultado que o sombreamento influenciou a produção de matéria seca, a concentração de nitrogênio e as características morfológicas das espécies avaliadas. A produção forrageira foi influenciada diferencialmente pelo sombreamento. A produção de MS do *P. maximum* cv. Vencedor foi 19,72% maior à sombra moderada que a pleno sol. A produção de *S. anceps* cv. Kazungula, entretanto, não foi influenciada pelo sombreamento. As demais espécies tiveram decréscimo da produção de MS com a redução da luminosidade. Em todas as espécies, houve aumento da concentração de nitrogênio e redução do teor de MS da forragem, que se tornou mais succulenta à sombra. As características morfológicas não apresentaram comportamento padrão, variando conforme a espécie avaliada.

Foram observados rendimentos positivos de pastos crescendo sob a influência de árvores leguminosas (ANDRADE et al., 2002; SOUSA et al., 2007). WILSON & WILD (1991) constataram que isto também pode ocorrer em pastos que se desenvolvem sob outras espécies. *Paspalum notatum* cresceu 35% a mais e incrementou 67% no teor de nitrogênio foliar sob uma plantação de *Eucaliptus grandis*, com aproximadamente 55% de transmissão de luz.

Segundo WILSON (1998), a sombra possibilita maior retenção de água no solo, cujo efeito positivo sobre a atividade microbiana resulta em maior decomposição de matéria orgânica e ciclagem de nitrogênio.

A literatura indica que o crescimento das forrageiras depende de sua tolerância ao sombreamento e da percentagem de sombra imposta ao sub- bosque. Nas gramíneas do gênero *Urochloa* sob sombreamento moderado houve redução de 25 a 35% da radiação fotossinteticamente ativa – têm-se obtido produções de forragem semelhantes ou maiores do que a pleno sol (PACIULLO et al., 2007; SOARES et al., 2009). *Brachiarias* são largamente utilizadas em pastagens na América Tropical e, segundo CARVALHO et al. (1997), podem ser utilizadas em condições de sombreamento natural.

*Brachiaria brizantha* cv. Marandu é a gramínea forrageira mais plantada no Acre e uma das que têm obtido melhor desempenho sob sombreamento (COSTA et al., 1998). Alguns autores têm observado produtividades igual a monocultivo ou superior de *B. brizantha* cv. Marandu em sistemas silvipastoris (ANDRADE et al., 2001).

ANDRADE et al. (2004) avaliaram diversas forrageiras sob sombreamento artificial e concluíram que o capim-marandu teve comportamento semelhante em relação ao sombreamento no período das águas, com taxas de acúmulo de MS aumentando ligeiramente com 30% de sombra, e decrescendo suavemente a partir deste nível. A 50% e 70% de sombra, os decréscimos nas taxas de acúmulo de MS do capim-marandu foram de 13% e 60%, respectivamente, em relação à condição de pleno sol. Estas respostas permitem classificá-las como tolerantes ao sombreamento, podendo ser utilizado em sistemas silvipastoris na Amazônia Ocidental, sendo recomendado apenas para áreas com solos bem drenados, o que confirma os resultados de outros estudos com *B. brizantha* cv. Marandu.

SOUSA et al. (2007) estudaram a gramínea *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, sob a influência da arbórea bolsa-de-pastor (*Zeyheria tuberculosa* Vell. Bur.), sobre a composição bromatológica, além de caracterizar as condições micro-climáticas durante a estação chuvosa. O sombreamento proporcionado pela *Z. tuberculosa*, apesar de reduzir a produção de matéria seca (MS) da gramínea, favoreceu o aumento do teor de proteína bruta (PB) e nem afetou a concentração de FDN. Os teores de FDA foram mais altos que os encontrados a pleno sol.

O sombreamento reduziu significativamente o teor de MS da forragem estudada, porém, segundo CARVALHO et al. (1995), que trabalharam com cinco gramíneas forrageiras tropicais sob a copa de angico-vermelho (*A. macrocarpa*), a diminuição da MS está ligada a maiores proporções de folhas verdes dessas forragens nas áreas sombreadas, o que representa uma vantagem do ponto de vista do pastejo, uma vez que a folha apresenta maior valor nutritivo que o caule.

ANDRADE et al. (2004) confirmam que o sombreamento artificial na região da Amazônia Ocidental apresentou efeito indireto, ou seja, amenizou o estresse hídrico durante o período seco e diminuiu a estacionalidade de produção das gramíneas forrageiras. Quanto maior o nível de sombreamento, menor a diferença entre as taxas de acúmulo de MS dos períodos das águas e período seco. Isto se deve às condições climáticas da região, com elevadas temperaturas e maior insolação durante o período seco, sendo o crescimento das forrageiras, neste período restringido apenas pelo estresse hídrico.

#### **2.4.2 Temperatura**

A temperatura constitui importante fator abiótico determinante da distribuição, adaptabilidade e produtividade das plantas nas regiões tropicais. A adaptabilidade das plantas a altas temperaturas pode ser medida em função da capacidade destas em manter a fotossíntese líquida (FL) sob temperaturas supraótimas, ou acima do ótimo requerido para a FL máxima (LARCHER, 1975).

De acordo com VAN SOEST (1994), os efeitos gerais da temperatura mostram-se uniformes sobre as espécies forrageiras, embora os efeitos quantitativos da temperatura na qualidade da forragem variem com as partes e espécies de plantas.

REIS (2009) destaca que nas gramíneas, tanto a qualidade da folha como o do caule declina em função do aumento da temperatura, e os efeitos são mais acentuados nas espécies tropicais. A qualidade das folhas declina particularmente devido a lignificação da nervura central, que contém a maior parcela da lignina das folhas de gramíneas, o caule também declina em qualidade em um estágio

equivalente. Um aumento na temperatura normalmente causa um declínio geral na qualidade da gramínea.

De maneira geral, maiores taxas de crescimento resultam em maior proporção de caule, com maior concentração de tecidos de sustentação, ou seja, mais parede celular de baixa digestibilidade (REIS, 2009).

Quando a temperatura da superfície dos solos tropicais é maior que 33°C a absorção de água e nutrientes pelas plantas fica comprometida e as árvores de raízes profundas podem atuar como reguladores de umidade ambiental e da temperatura ao extrair água do subsolo, através da transpiração (MOURA, 2004).

O sombreamento cria um ambiente favorável ao seu entorno (WILSON, 1998) que implica na: redução da evapotranspiração, melhora na disponibilidade de água (MOURA, 2004), o que atenua o grau de lignificação por exposição a temperaturas elevadas e ao déficit hídrico, melhorando a qualidade da forragem (VAN SOEST 1994; REIS, 2009).

### **2.4.3 Água**

A água pluvial penetra o solo e infiltra-se gradualmente até chegar ao lençol freático. Em solos altamente permeáveis a taxa de percolação é de vários metros por ano, em solos argilosos é de cerca de 1 a 2 m e, já em solos muito compactos, pode ser de apenas alguns centímetros por ano. Uma parte da água infiltrada, a chamada água capilar, é retida e armazenada nos poros do solo. A quantidade de água retida como água capilar e aquela que se infiltra como água gravitacional depende da natureza do solo e das dimensões e distribuição dos seus poros com menos de 10 µm de diâmetro retêm a água por capilaridade, enquanto que os poros com mais de 60 µm de diâmetro deixam a água infiltrar-se mais rapidamente (LARCHER, 1975).

Segundo o mesmo autor, as raízes normalmente apresentam potenciais hídricos de alguns décimos superior, o que é suficiente para absorver a maior parte da água capilar da maioria dos solos, permite-lhes retirar dois terços da água armazenada num solo arenoso; já um solo argiloso que consegue reter a água com

mais firmeza devido aos seus poros serem finos, perde metade da sua água capilar para as raízes.

O fornecimento de água para as plantas é resultado de intercâmbios que se formam ao longo do sistema planta-solo-atmosfera e, portanto, apresentando uma dinâmica própria, ficando a absorção de água mais difícil à medida que o teor de umidade do solo é reduzido, porque aumenta a força de retenção do solo e diminui a disponibilidade de água às plantas. Segundo CARLESSO (1995) o suprimento de água às plantas é determinado pela habilidade da cultura em utilizar a água armazenada no solo, enquanto a demanda da atmosfera, por outro lado, está relacionada à combinação dos fatores meteorológicos interagindo com o dossel vegetativo da cultura.

A água, além de ser necessária ao crescimento das células, é um elemento essencial para a manutenção da turgescência. DALE (1988) relata que uma pequena redução no potencial de água no solo afeta a divisão celular, porém não a expansão celular. De acordo com PETRY (1991) a importância da manutenção da turgescência nas células é permitir a continuidade dos processos de crescimento vegetal, expansão, divisão celular e fotossíntese. Outros efeitos do déficit hídrico incluem a redução no desenvolvimento das células, na expansão das folhas, transpiração e redução na translocação de assimilados (HSIAO, 1973).

A área foliar é um extraordinário fator da produção e origina o uso da água pelas plantas e seu potencial de produtividade sendo severamente inibido quando exposta a déficit hídrico (FERNÁNDEZ et al., 1996). A área foliar de gramíneas, nos trabalhos de BITTMAN & SIMPSON (1987) foi significativamente menor quando as plantas foram submetidas a déficit hídrico. Sob condições de déficit hídrico, o equilíbrio entre a produção de assimilados e a demanda para o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos é severamente afetado pela redução na área foliar fotossinteticamente ativa (GERIK et al., 1996).

Durante o desenvolvimento das plantas, a atividade fotossintética por área foliar aumenta com a idade da folha, até a sua expansão máxima, decrescendo até a sua senescência (PIMENTEL & ROSSIELO, 1995). De acordo com CARLESSO



(1993) a senescência é um efeito comum para a cultura próximo à fase de maturação; no entanto, pode ocorrer também em situação de déficit hídrico severo. A senescência é um mecanismo de fundamental influência na produção final das culturas, pois reduz a área fotossinteticamente ativa da planta.

#### **2.4.4 Composição química da forragem**

A composição bromatológica, digestibilidade e a eficiência de utilização das plantas forrageiras são afetadas pelas condições em que essas plantas se desenvolvem, tendo no valor nutritivo um dos parâmetros utilizados para sua avaliação, sendo determinado pela sua composição química, que dentre outros fatores, é afetada pela espécie, cultivar, fertilidade do solo, idade dos tecidos e condições climáticas (COWARD-LORD, 1972).

O rápido amadurecimento das plantas forrageiras em pastos tropicais, formados por gramíneas C<sub>4</sub> e à consequente redução da disponibilidade e proporção de lâminas foliares verdes no pasto, ao aumento do teor de fibras e à redução do teor de proteína bruta e da digestibilidade da forragem disponível. A produção animal é severamente restringida (BLASER, 1994).

O baixo valor nutricional pode também estar associado a pastos de elevado estágio de maturidade ou por subpastejo, apresentando baixos teores de proteína e minerais e ao alto conteúdo de fibras (REIS, 2009).

O aumento da concentração de nitrogênio em plantas cultivadas sob intensidade luminosa reduzida, de forma artificial ou na presença de componente arbóreo, ocorre com frequência (WILSON et al., 1990; CARVALHO et al., 1997 e RIBASKI, 2000) e pode ser considerado um dos fatores responsáveis pela melhoria da qualidade do pasto, o que favorece a produção animal.

ALPÍZAR (1985), na Costa Rica, ao realizar avaliações de reservas orgânicas e minerais de um pasto de *Cynodon plectostachyus* em condições de monocultivo e associadas à *E. poeppigiana* e *Cordia alliodora*, concluiu que os pastos sombreados por árvores apresentaram melhor qualidade nutritiva, uma vez que os percentuais de nitrogênio encontrados na forragem debaixo de *E. poeppigiana* e *C. alliodora* foram

considerados adequados para suprir as necessidades nutritivas de bovinos, o mesmo não ocorreu com os teores de nitrogênio presentes nos pastos sem árvores.

CASTRO et al. (1998) constataram aumento do teor de proteína bruta (PB) em detrimento da redução dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) do capim-andropogon quando sombreado artificialmente. Da mesma forma, CASTRO et al. (1999) obtiveram maior concentração de nitrogênio em gramíneas forrageiras tropicais quando sombreadas artificialmente.

Aumentos nas concentrações dos nutrientes nitrogênio e potássio com manutenção da produtividade de *Brachiaria decumbens* foram verificados por OLIVEIRA et al. (2005), em sistemas silvipastoril com a gramínea associada às espécies arbóreas do cerrado baru (*Diptery xalata* Vog.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). Mais sombra, clorofila e enzimas fotossintéticas, o que resulta em uma maior quantidade de PB.

#### **2.4.5 Outros fatores**

Várias interações podem ocorrer entre os componentes arbóreos e não arbóreos de um sistema silvipastoril, quer seja por meio do solo ou microclima, podendo haver efeitos favoráveis e/ou efeitos adversos, a um ou demais componentes (VEIGA et al., 2001).

É possível que a interferência entre árvore e pasto em SSP possa ocorrer além do âmbito da luz, água e nutrientes, indicando a necessidade de se conhecer a relação alelopática entre estes componentes, a partir de efeitos identificados em capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e o crescimento de algumas árvores (BUDOWISKI, 1983). Além disso, há indicações de que essa gramínea inibe o crescimento radicular de plântulas de pupunheira (*Bactris gasipaes*) e dendê (*Elaeis guineensis*) (RIESCO & ARA, 1994).

ALMEIDA (1993) avaliou os possíveis efeitos alelopáticos dos estratos aquosos obtidos de três espécies de brachiárias: *B. decumbens*, *B. humidicola* e *B. brizantha* cv. Marandu sobre as seguintes leguminosas forrageiras: centrosema (*Centrosema pubescens*); calopogônio (*Calopogonium mucunoides*); macrotiloma

(*Macrotiloma axilare* cv. Guatá) e estilosantes (*Stylosanthes* spp. *guianensis*). As espécies de braquiárias apresentaram potencial alelopático que variou de acordo com as espécies de leguminosas. Os extratos aquosos das braquiárias diminuíram a taxa de germinação das sementes das leguminosas avaliadas, exceto as do *M. axilare* cv. Guatá. Estimularam as produções de matéria seca das: partes aéreas, raízes e dos nódulos de calopogônio, e tenderam a diminuir a produção de matéria seca das partes aéreas, raízes da centrosema, macrotiloma e estilosantes.

CARVALHO (1993) estudou os efeitos alelopáticos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu na germinação, emergência e crescimento de plantas de *Stylosanthes guianensis* var. *Vulgaris* e cv. *Bandeirantes*, cultivados em dois latossolos vermelho-amarelo. Em um desses solos, o capim-marandu foi cultivado solteiro por mais de oito anos e no outro havia uma vegetação nativa da região. O solo cultivado anteriormente com *B. brizantha* cv. Marandu propiciou efeitos benéficos na velocidade de emergência das plântulas de *S. guianensis* var. *Vulgaris* na porcentagem de emergência e na produção de matéria seca da parte aérea e das raízes dos *S. guianensis*, quando comparado ao solo sem cultivo anterior.

DA SILVA & FIRMINO (2008), estudaram efeitos alelopáticos do Braquiarão (*Brachiaria brizantha*) sobre a germinação do babaçu (*Attalea speciosa* Mart.) e não obtiveram respostas positivas.

SOUZA FILHO (1995) estudou o efeito autotóxico do capim-marandu e encontrou efeitos significativos das fontes de variação das partes da planta, extrato e interação entre partes da planta e extrato sobre o percentual de germinação e alongamento da parte aérea do próprio capim-marandu. A porcentagem de germinação foi reduzida pelos extratos da parte aérea e das raízes, e não pelo extrato das sementes. A velocidade de germinação foi reduzida por todos os extratos do capim-marandu, enquanto que os alongamentos da radícula e da parte aérea tenderam a ser estimulados. Potencialmente, as gramíneas evidenciaram habilidade alelopática para afetar negativamente tanto as leguminosas forrageiras como as plantas daninhas, com efeito, mais expressivos sobre as plantas daninhas.

#### 2.4.6 Árvores e o bem-estar animal

A zona de conforto térmico para o gado europeu adulto, com base na temperatura do ar varia de 1° a 21°C, enquanto que para o gado zebuino adulto varia de 10° a 27°C (MÜLLER, 1989). Novilhas em crescimento numa pastagem arborizada atingiram condições para reprodução, cinco meses antes do que aquelas mantidas em pastagem sem sombreamento (SIMON, 1996).

O animal em pastejo se alimenta com forragem exigindo bem-estar para produzir principalmente leite e carne. Na temporada mais fria a sombra das árvores se mantém com uma temperatura de 3° a 4°C mais alta que a da pastagem solteira, e na temporada quente, de 3° a 4°C mais baixa. CARVALHO (1991) verificou ainda que vacas leiteiras com acesso à sombra produziram aproximadamente 20% a mais de leite, com maior teor de sólidos não gordurosos.

PRIMAVESI (2002) concluiu que os pastos que possuem uma densidade de pelo menos 50 árvores de sombra por hectare produzem um incremento de rendimento na produção leiteira de 15 a 30% e aproximadamente 20% de carne.

Em pastagens arborizadas foi observado que os animais têm acesso ao tronco das árvores onde podem se roçar, manifestando hábito natural de defesa contra bernes e carrapatos (PORFÍRIO DA SILVA & MAZUCHOWSKI, 1999), além do que as árvores nas pastagens proporcionam condições de ambientes para a avifauna, colaboradora no controle de moscas e carrapatos. Foi registrado maior número de formas adultas da mosca (*Salpingogaster nigra*) predadora de cigarrinhas-das-pastagens (*Deois flavopicta*) em áreas de pastagens sombreadas do que em não sombreadas (VALÉRIO & KOLLER, 1995).

Dentre os efeitos decorrentes da presença das árvores na produção animal podem ser destacados os seguintes: redução de energia de manutenção (BARBOSA & SILVA, 1995), efeito da proteção na fertilidade (MÜLLER, 1989), efeito em animais recém-nascidos (GREGORY, 1995), toxicidade de algumas espécies arbóreas (VEIGA & SERRÃO, 1994) e aumento na ingestão de alimentos (MOTA et al., 1997).

No que se referem à aplicação da área de sombra, os autores apresentam valores com variação, desde 4,2 m<sup>2</sup> por unidade animal (UA) (BUFFINGTON et al., 1983; HAHN, 1985) a 5,6 m<sup>2</sup> por UA (BOND et al., 1958).

Estudando sombreamento em pastagens OBISPO et al. (2008), usaram imagens de satélite para avaliar e classificar áreas distintas de um sistema silvipastoril, foi estabelecido que cada um tem condições muito específicas no percentual de sombra e padrão de distribuição espacial das árvores. Os autores identificaram três níveis de sombreamento: alto (> 30%), médio (20 - 30%) e baixo (<10%).

## **2.5 Brachiaria (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu).**

Em um total de 220 milhões de hectares de pastagens do Brasil, cerca de 70% são cultivadas. Deste percentual, o capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), lançado em 1983 pela Embrapa Gado de Corte e Embrapa Cerrados, é uma monocultura com grande representatividade para pecuária nacional e de outros países de clima tropical. Atualmente estima-se que existam 60 milhões de hectares estabelecidos com essa forrageira no país, participando efetivamente na alimentação e suporte do rebanho bovino nacional (BARBOSA, 2006).

Conforme RENVOIZE et al. (1996), o gênero *Brachiaria* contém cerca de 97 espécies distribuídas por toda zona tropical. Segundo NUNES et al. (1985), a espécie *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf., é originária da África tropical sendo encontrada em: Madagascar, Sri Lanka, Austrália, Suriname e Brasil. Esta espécie, cresce em habitats variados, de várzeas e bosques sombreados até semi desertos, sendo a maioria das espécies encontrada nas savanas africanas. Ela possui características como: hábito de crescimento cespitoso, colmos iniciais prostrados, mas com produção de perfilhos eretos, bainhas pilosas, lâminas foliares linear-lanceoladas, pilosas na face ventral e glabras na fase dorsal; inflorescência na forma de espiguetas, frequentemente com perfilhamento nos nós superiores, levando a proliferação de inflorescências sob regime de corte ou pastejo.

Somente cinco acessos pertencentes a três espécies de *Brachiaria* (*B. brizantha*, *B. decumbens* e *B. humidicola*) deram origem aos 20 cultivares liberados em diversos países da América tropical, entre eles: Brasil, Cuba, México, Venezuela, Costa Rica, Colômbia, Panamá e Equador (KELLER-GREIN et al., 1998), como consequência deste fato, a base genética dos materiais cultivados de brachiária é extremamente estreita, e os conhecimentos adquiridos sobre o gênero estão baseados em poucos genótipos.

O capim-marandu atualmente no Brasil é a que apresenta maior importância agrônômica. Trata-se de uma espécie, predominantemente tetraplóide apomítica. A apomixia é caracterizada pelo desenvolvimento do embrião a partir de uma célula não-fertilizada, ou seja, a formação do embrião ocorre sem a fusão dos gametas. Assim, a descendência contém exatamente a constituição genética da planta-mãe. Este fato também dificulta o aumento da variabilidade genética do gênero (RENVOIZE et al., 1998).

Os principais caracteres que identificam o gênero *Brachiaria* são as espiguetas ovaladas a oblongas, inseridas em racemos unilaterais, com a primeira gluma voltada em direção à ráquis. No entanto, a taxonomia deste gênero não é satisfatória, tanto em relação à composição de espécies como na inter-relação com outros gêneros (RENVOIZE et al., 1998).

Os principais atributos da maioria dos cultivos são: resposta à aplicação de fertilizantes, capacidade de cobertura do solo, desempenho sob sombreamento, valor nutritivo e produção de raízes e sementes. (VALLE et al., 2000). Essa preferência é consequência, também, principalmente, de atributos como: tolerância à média fertilidade do solo, elevada produtividade quando devidamente manejada, tolerância à cigarrinha das pastagens, respostas quando adubada, dentre outros (ZIMMER et al., 1998).

O capim-marandu, pode ser utilizado em sistemas silvipastoris na Amazônia, sendo recomendado apenas para áreas de solos bem drenados e com redução máxima de 30% de luminosidade (ANDRADE et al., 2004). CARVALHO et al. (2002), estudando florescimento de gramíneas sob efeito de sombreamento concluiu que o

sombreamento retardou o florescimento de todas as gramíneas estudadas e em especial, o capim-marandu, que em algumas observações não chegou a emitir inflorescência, observando-se apenas a presença da folha bandeira. Neste experimento o capim-marandu produziu 30% mais massa na sombra que a pleno sol.

Os resultados obtidos por MEIRELLES & MOCHIUTTI (1999), permitiram concluir que, sob condições de sombreamento moderado, o capim-marandu apresenta-se como espécie promissora para uso em sistemas silvipastoris no Cerrado Amapaense, principalmente no período seco, esta condição proporcionou acréscimo de 142% na produção de forragem, indicando que a presença de sombra moderada contribui para atenuar a estacionalidade de produção de forragem, mas, recomenda a realização de novos estudos envolvendo o uso desta espécie em sistemas silvipastoris, avaliando-se sua persistência sob pastejo e o desempenho animal.

## **2.6 Babaçu (*Attalea speciosa* Mart.)**

### **2.6.1 Caracterização do babaçu**

Conhecido como babaçuzeiro, babaçu, baguaçu, aguaçu, auaçu, bauaçu, guaguaçu, uauassu, coco-de-macaco, coco-de-palmeira, coco-naiá, coco-pindova e palha-branca, pertence à família Arecaceae, subfamília Arecoideae, é uma palmeira de tronco simples e robusto. Pode ocorrer isoladamente em florestas clímax ou em áreas abertas de florestas ou em áreas de transição. A sua presença abundante, em áreas próximas ao bioma amazônico é sinal de antropização (MUNIZ, 2004).

A palmeira de babaçu é uma planta monocotiledônea de germinação lenta, de caule do tipo estirpe, folhas atingindo aproximadamente 3 m de comprimento podendo levar até vinte anos para chegar à fase adulta, atingindo a altura máxima de 20 metros. O fruto é uma drupa muito resistente de forma oblonga que guarda amêndoas ricas em óleo, começa a frutificar com 8 a 10 anos de vida, alcançando plena produção aos 15 anos, e tem uma vida média de 35 anos. Produz o ano todo, de 3 a 6 cachos de frutos, cada cacho possui cerca de 150 a 300 cocos e cada coco

possui em média 3 amêndoas em seu interior. As potencialidades do babaçu são inúmeras, da geração de energia ao artesanato, diversas atividades econômicas podem ser desenvolvidas a partir da planta (MAY, 1990; MUNIZ, 2004; BRASIL.MDA, 2009).

O babaçu é uma palmeira nativa das regiões Norte, Nordeste e Centro Oeste do Brasil, que abrange entre 13 e 18 milhões de hectares, distribuídos nos seguintes estados: Maranhão, Piauí, Tocantins, Goiás, Mato Grosso, Amazonas, Pará, Rondônia, Ceará, Bahia e Minas Gerais, abrangendo 279 municípios. Algumas reservas extrativistas se destacam em função da ocorrência e uso do babaçu na economia local. O babaçu ocorre em uma zona de transição entre a floresta úmida da bacia amazônica e as terras semi-áridas do Nordeste (BRASIL.MDA, 2009).

A Mata dos Cocais representa o clímax do babaçu na região centro-norte do Maranhão e norte do Piauí. O grande sucesso da palmeira babaçu se deve a três fatores chaves: o extrativismo que leva consigo a roça seletiva que poupa palmeiras adultas produtivas, a adaptação do babaçu à roça corte e queima que quebra a dormência do côco pela queima, meristema subterrâneo protegido, e forte rebrotamento das palmeiras juvenis, e a aparente grande força competitiva do babaçu nos solos inférteis da região (MUNIZ, 2004).

Apesar de ocorrer em diversos estados, o Maranhão concentra cerca de 10 milhões de hectares, e junto com o Piauí, apresenta zonas de alta densidade, com populações superiores a 200 palmeiras por hectare (MUNIZ, 2004).

### **2.6.2 Importância socioeconômica do extrativismo do babaçu**

O babaçu apresenta grande importância ecológica, social e política na qualidade de produto extrativista e também como produto florestal não madeireiro (PFNM). PORTO (2004), afirma que cerca de 400.000 famílias e aproximadamente 1.000.000 de pessoas dependem direta ou indiretamente deste recurso.

Os estados que apresenta maior produção são: Maranhão, Piauí, Goiás, Tocantins, Pará e Mato Grosso. No Maranhão, a região do Rio Itapecuru é a maior produtora de babaçu (CASTELO BRANCO, 1988). Sua importância social aumenta



ainda mais, porque a exploração do produto ocorre no período da entressafra das principais culturas regionais, contribuindo, portanto, para a manutenção dessas famílias, contendo o êxodo rural, além de exercer um papel fundamental na manutenção da fertilidade do solo (CARVALHO, 2007).

O babaçu não recebe tratos culturais, o coco cai espontaneamente da palmeira e a atividade de coleta e quebra é confiada as mulheres. No Maranhão, 22% das famílias que trabalham com o babaçu dependem exclusivamente da atividade, em 16% das famílias, o babaçu contribui com 70% da renda familiar, em 29% com 50% da renda e em 35% com até 30% da renda (ZYLBERSZTAJN et al., 2000).

Segundo dados do IBGE (2006), a produção nacional foi de 114.874 toneladas, e gerou uma comercialização de R\$ 113.268.000,00. O Maranhão é o maior produtor, envolvendo 149 municípios e representando cerca de 94,7% da produção nacional, seguido do estado do Piauí, com 66 municípios e 4,4% da produção nacional.

O babaçu é uma planta que não foi domesticada, por isso sua produção é restrita ao extrativismo, ao contrário do dendê (*Eleas guianensis*), domesticado pela Embrapa e sendo uma das culturas mais promissoras na produção de biodiesel. No entanto, a ocorrência natural do babaçu aliado aos demais produtos que podem ser obtidos do fruto, podem contribuir para ampliação da geração de renda e trabalho no meio rural, assim contribuindo para fixação do homem no campo e o desenvolvimento agroindustrial no meio rural (ARAÚJO, 2008).

### **2.6.3 Babaçu e agrossistemas**

O consórcio de palmeiras adultas de babaçu com os cultivos anuais da agricultura itinerante derruba-e-queima conhecida popularmente como “roça no toco”, tem sido chamada “sistema agroflorestal tradicional”, e o consórcio com pasto “sistema silvipastoril tradicional” (Figura 1).



**Figura 1.** Pindovas (palmeira jovem) do babaçu (*Attalea speciosa* Mart) já iniciando o aparecimento da estirpe (esquerda), sistema silvipastoril adulto (direita).

Isto implica uma estratégia racional de manejo, uma complementaridade na exploração dos recursos entre os componentes agropastoris e o componente arbóreo (palmeiras adultas), e por fim, uma sustentabilidade destes agroecossistemas (BALICK e PINHEIRO, 1993; SCHROTH et al., 2001).

O babaçu é associado fortemente às áreas antropizadas, quando coloniza formações florestais desmatadas (MUNIZ, 2004). Em sistemas com uso intensivo de pastagens o babaçu geralmente é eliminado, enquanto que em sistemas extensivos ele pode ser encontrado em densidades compatíveis com o desenvolvimento das pastagens. A coleta do coco, pelas “quebradeiras”, mantém reduzido o banco de sementes, mas se faltar à coleta, o roço anual se torna necessário para eliminação das pindovas. Caso não ocorra, a pastagem pode-se transformar em uma formação secundária praticamente específica de babaçu (MITJA & FERRAZ, 2001; GAZOLLA, 2004).

Uma característica marcante do sistema radicular da palmeira babaçu é a porcentagem elevada de raízes finas na biomassa. Isto, em combinação com uma intensa associação com fungos micorrízicos arbusculares, demonstrando competitividade desta palmeira pelos recursos do solo. As estreitas relações entre as raízes de babaçu e as de outras origens sugerem que, em termos de processos edáficos, o babaçu ocupa os mesmos nichos que o restante da vegetação, deste modo está em competição direta com as outras espécies vegetais (DE SOUZA,

2009). Isto vai de encontro à hipótese de uma suposta complementaridade e partição vertical dos nichos, ou então de um suposto bombeamento de nutrientes lixiviados do subsolo associados com um sistema agroflorestal com babaçu, defendida por MAY (1990).

O atual uso da terra, com uma regeneração espontânea e incontrolada presença do babaçu na paisagem alterada (Figura 2), pode ser menos sustentável do que o originalmente concebido, e exige uma reconsideração e um redesenho das estratégias de manejo. Resultados chamam a uma reavaliação do papel do babaçu dentro da paisagem agropastoril e formam uma base de decisões para um manejo racional da densidade desta palmeira nestes sistemas agroflorestais ou silvipastoris (DE SOUZA, 2009).



**Figura 2.** Controle de Pindova (palmeira jovem do babaçu (*Attalea speciosa* Mart)) como planta daninha do pasto, no lado esquerdo controle químico e a direita controle manual.

Consequentemente, deve ser revista a ideia do babaçu como componente benéfico na paisagem agropastoril da região. Resultados obtidos por DE SOUZA (2009) indicam uma concorrência direta entre o babaçu e os demais componentes da vegetação, indicando que a densidade ideal do babaçu dentro da roça ou dos pastos seja menor do que o preconizado por GONÇALVES (1955) e MAY (1990).

#### 2.6.4 Sustentabilidade do sistema silvipastoril com babaçu

SILVA (2008) estudou a produção de babaçu e concluiu que os locais de maior densidade de palmeiras não são os de maior densidade de cacho. A maior densidade de cachos está associada às áreas cultivadas. Os resultados permitem dizer que o fator que mais influencia a densidade do babaçu é o tipo de manejo aplicado pelo agricultor. Dependendo do tipo de manejo a diversidade e a concentração do babaçu é alterada.

Não existe espaçamento indicado por pesquisas, visto se tratar de uma cultura extrativista. Autores recomendam empiricamente o espaçamento de 9 metros × 9 metros em triângulo equilátero com um total de 143 plantas por hectare, mas o que se observa nos estados do Maranhão e Piauí é uma alta densidade de até 200 palmeiras por hectare sendo que as médias de produção variam de 1,13 a 2,92 toneladas de coco por hectare (GONÇALVES, 1955).

O atual uso da terra, com uma incontrolada presença do babaçu na paisagem alterada, pode ser menos sustentável do que originalmente concebido por MAY (1990), e exige uma reconsideração e um redesenho das estratégias de manejo. Resultados chamam a uma reavaliação do papel do babaçu dentro da paisagem agropastoril e formam uma base de decisões para um manejo racional da densidade desta palmeira nestes SAF ou silvipastoris (DE SOUZA, 2009).

A alta densidade de palmeiras de babaçu nos sistemas de produção agropecuários *a priori* parece benéfica, pois é natural pensar que: quanto maior a densidade de palmeiras, maior a produção de coco de babaçu por hectare. Esta relação não é necessariamente verdade e apenas foi relatada por GONÇALVES (1955) que falou empiricamente sobre uma densidade de 143 palmeiras por hectare para extrativismo e não para produção agropecuária.

DE SOUZA (2009), é o único trabalho científico que avalia o uso do solo pelas raízes do babaçu, indicando uma concorrência direta entre o babaçu e os demais componentes da vegetação. O autor questiona que a densidade ideal do babaçu dentro do agrossistema seja menor do que o proposto por GONÇALVES (1955) e MAY (1990). A ideia do babaçu como componente benéfico quando em elevada

densidade na paisagem agropastoril da região, deve ser investigada, a ausência de informações técnicas e científicas tem levado a conflitos entre extrativistas, produtores e técnicos.

Pouco se sabe sobre as propriedades ecológicas desta palmeira (MAY, 1990; ANDERSON et al., 1991; ALMEIDA & SHIRAISHI NETO, 2001). Apesar da sua importância para a região, não existe conhecimento sistemático sobre seus efeitos na vegetação, solo, animais, manejo ou sobre as densidades ideais de palmeiras dentro dos agrossistemas, necessitando, portanto de investigações científicas para que contribuam para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental da região.

### III. MATERIAL E MÉTODOS

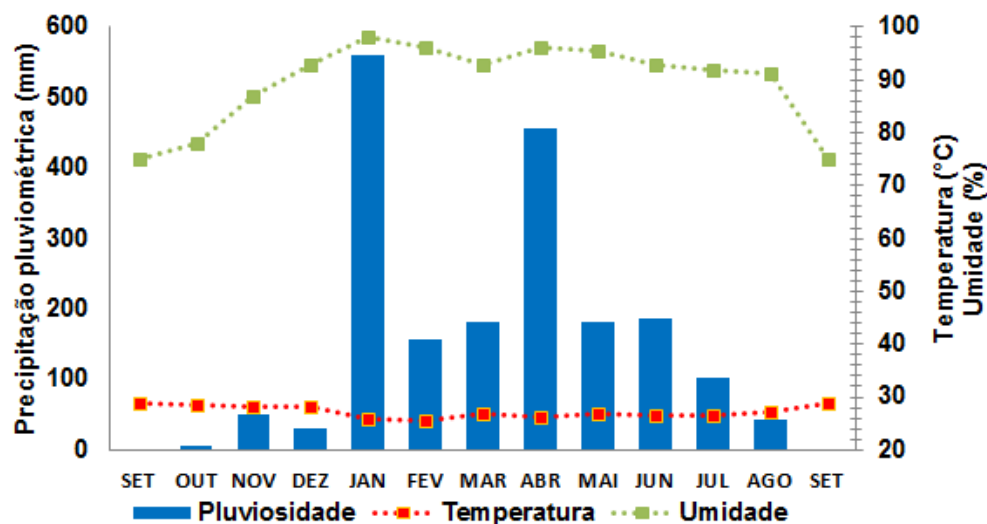
#### 3.1 Local e período experimental

O experimento foi conduzido de setembro de 2010 a setembro de 2011, na Fazenda Santo Antônio em Matinha - MA na Baixada Maranhense, terras baixas, planas e inundáveis, caracterizadas por campos, matas de galeria, manguezais e bacias lacustres, tendo como posição geográfica 45°0'40,9" de longitude (W) e 03°06'55,5" de latitude (S).

#### 3.2 Condições climáticas

A região apresenta clima úmido (B<sub>1</sub>) com temperatura média superior a 27°C, com médias máximas e mínimas oscilando de 29,5°C a 34°C e de 21°C a 23,5°C, respectivamente.

Os elementos meteorológicos: pluviosidade, umidade relativa do ar e temperatura (Figura 3), durante a realização do experimento foram obtidos a partir da estação de agrometeorologia da Fazenda Santo Antônio.



**Figura 3.** Médias mensais de pluviosidade, temperatura e umidade ao longo dos anos de 2010 e 2011, obtidas da estação de agrometeorologia da Fazenda Santo Antônio, Matinha – MA.

### **3.3 Tratamentos e delineamento experimental**

A área experimental totalizou 6 hectares, dividida em seis piquetes de 1 hectare, com densidades de: 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras por hectare.

O delineamento experimental formado por parcelas sub-divididas, tendo nas parcelas um fatorial 2 x 6 (dois períodos e seis densidades) e nas sub-parcelas o sombreamento (sombra e sol) com quatro repetições cada.

A área sombreada corresponde à projeção da sombra da palmeira de babaçu a pleno sol e a área de sol correspondeu à área complementar. As palmeiras foram numeradas e as coletas realizadas aleatoriamente.

Os períodos correspondem a estação das chuvas, entre dezembro e junho, onde os campos baixos ficam alagados e ao período seco entre julho e novembro.

As variáveis da composição química da forragem, massa seca de forragem, massa seca de plantas daninhas, área de solo nu e umidade do solo, seguiram o delineamento exposto. A análise da produção de serrapilheira, química do solo e interceptação luminosa, os valores foram medidos no período seco, sendo que na interceptação luminosa apenas em área de sombra com duas repetições.

### **3.4 Solo da área experimental**

O solo do local do experimento foi classificado como plintossolos (MOURA, 2004). Solos com esta classificação são imperfeitamente drenados, apresentam horizonte plíntico, são encontrados em áreas sujeitas à restrição à percolação da água no perfil e ao efeito temporário do excesso de umidade.

A caracterização física do solo mostrou substrato predominantemente franco arenoso com  $74 \pm 5,66\%$  de areia,  $13 \pm 1,41\%$  de silte e  $13 \pm 7,07\%$  de argila.

A caracterização química do solo apresenta grande diversidade dependendo de sua localização e com caráter ácido evidenciado. Este aumento de alumínio está associado aos teores de ferro e manganês em solução, elementos comuns nos solos da Baixada Maranhense.

A paisagem geomorfológica da Baixada Maranhense pode, então, ser compreendida a partir da justaposição de processos físicos, onde se destacam

formas bem específicas, uma vez que tal região é uma vasta planície Fúlvio-marinha, com vastas áreas alagáveis durante o período das águas, com a monotonia de tal classe morfológica quebrada pela presença isolada de outeiros, também conhecido por “tesos”, constituídos na sua maioria de rochas sedimentares da formação Itapecuru (MOURA, 2004).

### 3.4.1 Comparações de exigências do capim-marandu

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da análise química das variáveis: pH, P, K, Ca, Mg, SB, Al, CTC e V do solo da área experimental. Os resultados são comparados às recomendações de MACEDO (2004) para o capim-marandu em solos com 15% de argila.

Tabela 1. Resultados obtidos na análise química das variáveis: pH, P, K, Ca, Mg, SB, Al, CTC e SB do solo da área experimental, comparados as recomendações de MACEDO (2004) para solos com 15% de argila.

Variável	pH <sup>2</sup>	P <sup>1</sup>	K <sup>**</sup>	Ca <sup>**</sup>	Mg <sup>**</sup>	SB <sup>**</sup>	Al <sup>**</sup>	CTC <sup>**</sup>	V <sup>*</sup>
Resultado	4,40	3,60	5,35	13,35	15,50	37,50	1,20	66,00	50,00
Desejável	-	15,00	20,00	1,00	0,50	45,00	1,00	60,00	50,00
Balanço	0,00	-11,40	-14,65	12,35	15,00	-7,50	0,20	6,00	0,00

Legenda: (\*) % , (\*\*) mmolc/dm<sup>3</sup> , (1) mg/dm<sup>3</sup> , (2) CaCl<sub>2</sub>, P – Fósforo, K – Potássio, Ca – Cálcio , Mg – Magnésio , SB – Soma de bases, Al – Alumínio, CTC – Capacidade de troca catiônica, SB – Soma de bases, V – Saturação por bases.

O resultado mostrou um déficit acentuado de P e K, elementos básicos e limitantes do crescimento, comprometendo a produção vegetal. Esta condição reflete bem a baixa fertilidade de grande parte dos solos amazônicos entre eles os da Baixada Maranhenses, que respondem por alto índice de degradação do pasto.

A baixa fertilidade, ausência de correção da acidez e a inexistência de adubação leva grande parte dessas áreas a serem colonizadas pelo babaçu, que em poucos anos se transforma em capoeira, onde o sistema acumula massa vegetal e outras espécies lenhosas passam a se desenvolver.

Passados 3 a 4 anos a área é novamente desmatada, queimada e a pastagem é novamente estabelecida se beneficiando dos minerais resultantes da queima da vegetação no processo de formação da nova pastagem. Neste processo é possível entender o déficit acentuado do P e K, principalmente devido aos 15% de argila e



baixa quantidade de matéria orgânica, percolando nutrientes com grande facilidade, deixando a camada de ação das raízes do capim-marandu empobrecidas.

### **3.5 Formação da pastagem**

A vegetação anterior à formação dos piquetes de capim-marandu era uma capoeira de 16 anos, uma sucessão secundária dicótilo-palmácea, onde o babaçu como planta pioneira domina o processo de regeneração secundária de áreas em pousio. Em 2002, a vegetação foi parcialmente eliminada através do raleamento, enleirada e, após estar seca, foi queimada, como preconiza a tradição da região, corte-queima ou popularmente conhecida como “roça no toco”. O preparo do solo foi realizado com: aração, coleta de restos vegetais e gradagem com nivelamento. Nenhuma espécie de correção ou adubação foi realizada no solo antes da semeadura da forrageira.

A semeadura do capim-marandu foi realizada a lanço em janeiro. As sementes utilizadas eram certificadas, com valor cultural de 24%, utilizando-se 20 kg por hectare. Em março foi feita uma adubação de cobertura a base de uréia, equivalente a 45 kg de nitrogênio por hectare.

O pasto permaneceu vedado até julho para que se formasse, com o início do pastejo em agosto do mesmo ano. O rebaixamento do pasto ocorreu sempre no início do período das chuvas em janeiro de 2003 e nos anos subsequentes, utilizando roçadeira de arrasto. As adubações anuais de reposição não foram realizadas. Dois incêndios acidentais ocorreram na área, em Agosto de 2005 e Novembro de 2008, o babaçual teve suas folhas danificadas e secas, mas devido a suas características fisiológicas e morfológicas, no ano subsequente já se apresentava recuperado.

### **3.6 Animais experimentais e método de pastejo**

A área foi manejada no sistema de lotação intermitente utilizando-se a técnica de “*mob-stocking*” (ALLEN et al., 2011) considerando um dia de ocupação a partir de março de 2011. O pastejo da área foi realizado por 25 bovinos Nelore em terminação

com peso corporal variando de 420 a 440 kg. O critério de entrada foi o de números de dias que é empregado na região, ciclo de 30 dias para o período das águas e ciclo de 60 dias para o período seco.

No período das águas o primeiro pastejo teve início em março e prolongou-se até julho com período de descanso de 30 dias. A taxa de lotação adotada foi de 0,77 UA:

$$Taxa\ de\ lotação_{\text{águas}} = \frac{UA}{\text{Área}} = \frac{25 \cdot \left(\frac{430\ kg}{450\ kg}\right)}{31\ ha} = \frac{25 \cdot (0,96)}{31\ ha} = \frac{24\ UA}{31\ ha} = 0,77\ UA/ha$$

No período seco, com início em julho prolongou-se até novembro com período de descanso de 60 dias. A taxa de lotação adotada foi de 0,39 UA:

$$Taxa\ de\ lotação_{\text{seco}} = \frac{UA}{\text{Área}} = \frac{25 \cdot \left(\frac{430\ kg}{450\ kg}\right)}{61\ ha} = \frac{25 \cdot (0,96)}{61\ ha} = \frac{24\ UA}{61\ ha} = 0,39\ UA/ha$$

As primeiras chuvas apesar de intensas, da ordem de 550 mm (Figura 3), só ocorreram nos últimos dez dias do mês de janeiro, motivo do pasto não estar em condições de receber animais, o que comprometeria o capim-marandu pelo desfolhamento da rebrota inicial e esgotamento das reservas.

A estratégia foi adotada com base no manejo utilizado na região e assumindo a oferta diária de forragem de 10% peso corporal (PC) segundo JANUSCKIEWICZ (2011), manejados de maneira tradicional dentro da Baixada Maranhense, após o pastejo dos piquetes os animais retornavam ao campo com pastejo constituído de forragens nativas onde permaneciam até o próximo ciclo. As coletas do período das águas foi realizado no terceiro ciclo das águas, maio, e do período seco no sétimo ciclo em novembro.

### 3.7 Coleta de dados

#### 3.7.1 Avaliação de solos

##### 3.7.1.1 Umidade

Em cada tratamento foram coletadas oito amostras de solo nos meses de maio e setembro, na profundidade de 0 a 20 cm, usando um trado de 50 mm de diâmetro, acondicionadas em frascos de alumínio hermeticamente fechados, identificados, pesados no momento da amostragem e levadas ao laboratório de solos da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). As amostras foram secas em estufa de 105°C a 110°C até apresentarem peso constante. A porcentagem de umidade do solo ( $u$ ) foi determinada de acordo com a equação a seguir, onde  $u$  representa a umidade do solo em porcentagem,  $m_u$  corresponde à massa inicial e  $m_s$  a massa seca.

$$u = \frac{m_u - m_s}{m_s}$$

A massa de água ( $m_{agua}$ ) foi determinada pela diferença entre a massa da amostra ( $m_u$ ) e a massa seca ( $m_s$ ), conforme norma padronizada pela NBR 06457.

$$m_{agua} = m_u - m_s$$

##### 3.7.1.2 Composição química

Em cada tratamento foram coletadas oito amostras de solo no mês de setembro, na profundidade de 0 a 20 cm, usando um trado de 50 mm de diâmetro e acondicionadas em sacos plásticos identificados. As amostras foram levadas ao laboratório de solos da UEMA, e as análises foram realizadas de acordo com RAIJ et al. (2001).

##### 3.7.1.3 Solo nu

Consistiu em verificar visualmente a presença de solo exposto à radiação solar e/ou a ação das chuvas, na sombra e no sol. As observações foram realizadas utilizando-se um quadrado de 0,25 m<sup>2</sup>. Os valores obtidos visualmente através de 10 repetições representam em porcentagem a cobertura vegetal, o valor mínimo

corresponde a total cobertura da área por vegetação e o valor máximo a total ausência de vegetação.

#### **3.7.1.4 Serrapilheira**

Realizada dentro de um quadrado de 0,25 m<sup>2</sup> através de 10 repetições. Logo após identificadas e pesadas, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal da UEMA, colocadas na estufa de circulação forçada de ar a temperatura 55°C durante 72 horas e, após secas, foram novamente pesadas para obtenção da massa de matéria seca.

#### **3.7.2 Avaliação do pasto**

As 96 amostras foram coletadas na sombra e no sol sendo a metade em maio e o restante em novembro, foram cortadas ao nível do solo com tesouras de poda, usando-se um quadrado de 0,25 m<sup>2</sup> e foram separadas em capim-marandu e plantas daninhas, identificadas, pesadas, acondicionadas em sacos de papel, armazenadas em câmara fria e, posteriormente, secadas em estufa de ar forçado a 55°C por 72 horas para a determinação da primeira MS. Os pontos de amostragem na sombra foram sobre a projeção da copa ao meio dia e os pontos de amostragem de sol foram nas áreas adjacentes da sombra.

##### **3.7.2.1 Composição química do capim-marandu**

As amostras do capim-marandu, que constituíam toda planta, após a secagem, foram moídas, utilizando-se peneira com malha de 1 mm de abertura, em moinho tipo Willey e destinadas ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA) UNESP/FCAV para análise de: matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HEMI), lignina (LIG), proteína bruta (PB) e cinzas (CNZ).

Os teores de MS e matéria mineral (MM) foram determinados conforme método descrito por SILVA & QUEIROZ (2002), sendo a PB obtida pelo produto entre o nitrogênio total e o fator 6,25. Os teores de FDN foram obtidos de acordo com MERTENS (2002), sem o uso de sulfito de sódio. A FDA e a LIG (solubilização da

celulose em ácido sulfúrico 72%) foram obtidas pelo método sequencial de VAN SOEST & ROBERTSON (1985).

#### **3.7.2.2 Massa seca de forragem do capim-marandu**

A massa de forragem foi obtida pela diferença entre a massa total amostrada e a massa de plantas daninhas.

#### **3.7.2.3 Massa seca de plantas daninhas**

A massa de plantas daninhas foi obtida pela diferença entre a massa total amostrada e a massa seca do capim-marandu.

#### **3.7.3 Interceptação luminosa**

As medições foram realizadas no dia 5 de setembro de 2011 sem nebulosidade, no horário de 11h às 13h, em todas as densidades, na sombra do babaçu, com leituras em dois pontos de amostragem, na sombra e no sol e após medições calculado a diferença. A interceptação luminosa pela copa da palmeira de babaçu foi determinada com um equipamento analisador de dossel – AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, Model PAR-80 (DECAGON Devices).

#### **3.7.4 Altura das palmeiras e sombreamento**

As medições foram realizadas em setembro de 2011 sem nebulosidade, no horário de 11h às 13h. As sombras foram medidas usando-se uma trena, medindo em linhas perpendiculares na forma de cruz e posteriormente cálculo da área. Nas medições das alturas utilizou-se uma prancheta dendométrica.

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Sombreamento, altura e arquitetura do babaçu

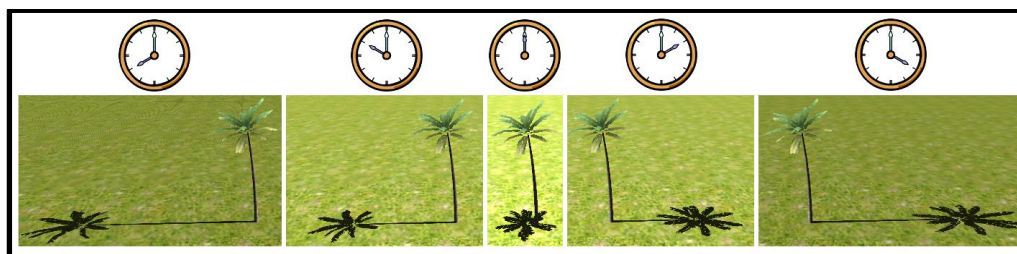
Na Tabela 2 são apresentados os dados referentes à altura das palmeiras de babaçu e a área de sombreamento total das densidades de palmeiras por hectares.

Tabela 2. Altura média das palmeiras e área de sombra produzida pela copa das palmeiras nas densidades de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare, em sistema silvipastoril com capim-marandu.

Variáveis	Densidades de palmeiras por hectare						Geral
	10	20	30	40	50	60	
Altura das palmeiras (m)	16,75	16,25	18,75	16,75	16,50	18,00	17,16
Área de sombra por hectare (m <sup>2</sup> )	275,00	660,00	1125,00	1760,00	1963,00	2535,00	1386,00

As palmeiras de babaçu do experimento possuíam entre 25 e 30 anos e, portanto consideradas adultas, com média geral de 17,16 m de altura (Tabela 2), motivo do elevado fuste que proporcionam uma distância mínima de 12 m entre a base da copa e o dossel forrageiro.

O tamanho do fuste determina o quão rápido a sombra da copa irá se deslocar. A velocidade linear proveniente do movimento circular da mecânica clássica, nada mais é que o produto entre a velocidade angular e o raio; portanto, quanto maior o raio, maior a velocidade de deslocamento da copa (Figura 4).



**Figura 4.** Ilustração da interceptação luminosa de uma palmácea e o deslocamento de sua sombra ao longo do dia.

O conceito é bastante intuitivo, pois se considerar duas palmeiras, uma com 5 metros e outra com 10 metros de fuste, em um mesmo intervalo de tempo, a sombra da palmeira com 10 metros terá uma velocidade linear duas vezes maior que a sombra da outra palmeira, isto é, a sombra de sua copa se deslocará com uma

velocidade linear duas vezes mais rápida do que a outra, acompanhando a movimentação do sol.

Este conceito aplicado ao trabalho mostra o motivo pelo qual a sombra produzida permaneceu por menos tempo no mesmo local à medida que aumentou o fuste do componente arbóreo, atenuando os efeitos do sombreamento sobre o dossel forrageiro.

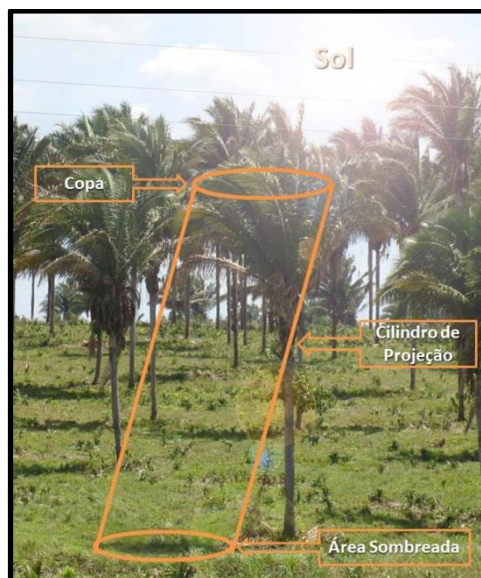
A arquitetura do babaçu permite a chegada da luz difusa causando uma maior exposição solar, atendendo as recomendações de LARCHER (1975) e KERBAUY (2008) sobre a importância da luz de qualidade nos processos químicos e fisiológicos das plantas. A copa em forma de pirâmide invertida permite que a luz direta e difusa atinja o pasto com maior intensidade. A copa do babaçu apresenta reduzido número de folhas, variando entre 15 a 20, com ângulo de implantação na estirpe de aproximadamente 45°. Estas condições permitem a produção de um sombreamento menos intenso sobre a forrageira.

De acordo com MONTEITH (1965), a arquitetura da copa da espécie de porte mais alto é determinante para a fração de energia solar que pode ser captada pelas plantas subjacentes.

A densidade de 60 palmeiras por hectare com 2535 m<sup>2</sup> de sombra (Tabela 2), proporcionou um sombreamento de 25,35% da área, o que é considerado um sombreamento moderado de acordo com PACIULLO et al. (2007) e SOARES et al. (2009) e um sombreamento médio para OBISPO et al. (2008). Estas condições permitem que a radiação atinja o dossel forrageiro com qualidade suficiente em fótons azuis e vermelhos, para uma fotossíntese eficiente, favorecendo diversos processos relacionados ao desenvolvimento vegetal (KERBAUY, 2008).

As gramíneas do gênero *Brachiaria*, segundo CARVALHO et al. (1997), podem ser empregadas em condições de sombreamento natural e estão de acordo com trabalhos realizados com sombreamento artificial por ANDRADE et al. (2004), que confirmaram ser o capim-marandu tolerante ao sombreamento de até 30%, com maior acúmulo de MS se comparado a pleno sol.

O sombreamento natural proporcionado pelo babaçu (Figura 5) é fundamental na interceptação da radiação solar nos sistemas de pastagens tropicais, pois não apresenta custos de implantação e possui gastos mínimos de manutenção quando bem manejados.



**Figura 5.** Projeção de sombra das palmeiras de babaçu produzida na densidade de 40 palmeiras por hectare, em sistema silvipastoril com capim-marandu.

A área de sombra produzida por cada palmeira (Tabela 2) nos horários de maior incidência solar e, portanto de menor projeção de sombra, abrigou até 5,0 UA quando comparado aos trabalhos de BOND et al. (1958) que estabeleceram uma área de 5,6 m<sup>2</sup> por UA, esta mesma área suporta até 6,5 UA se comparada aos trabalhos dos autores BUFFINGTON et al. (1983) e HAHN (1985) que estabelecem valores de 4,2 m<sup>2</sup> por UA .

Dentre as densidades de babaçu avaliadas, a menor densidade, referente a dez palmeiras por hectare, pode abrigar de 49 a 65 UA por hectare e na maior densidade entre 450 a 600 UA por hectare em suas sombras de acordo com HAHN (1985) e BOND et al. (1958) respectivamente, a área de sombra produzida permite que os animais possam descansar e pastejar na sombra, minimizando a competição por local sombreado (MÜLLER, 1989; CARVALHO, 1991; SIMON, 1996).



A principal função do sombreamento em sistemas silvipastoris é abrigar os animais da exposição aos pontos de temperaturas extremas do ambiente, sendo essencial no trópico úmido amazônico, onde a alta umidade relativa do ar compromete o desempenho animal. A adequada manutenção da temperatura no ambiente traz benefícios à produção animal, aumentando a produtividade e a eficiência na utilização dos alimentos (PRIMAVESI, 2002).

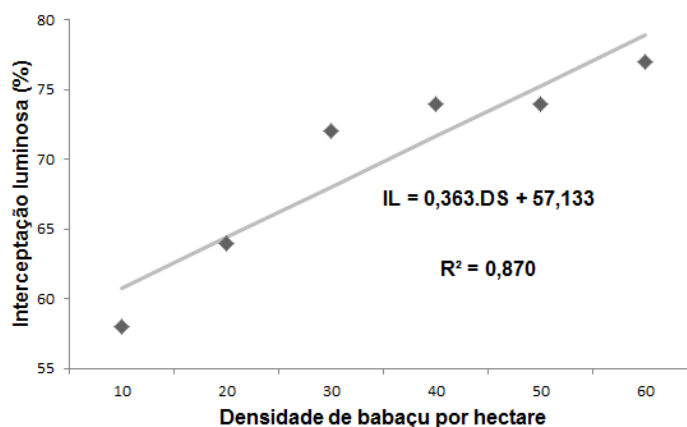
O sombreamento implica em retorno financeiro e ambiental que agrega valores as boas práticas exigidas por mercados mais nobres da comunidade europeia, que remuneram de forma mais eficiente à carne brasileira com obediência as exigências ISO14000.

#### **4.1.1 Altura do babaçu e disponibilidade de luz**

A relação direta entre o tamanho do fuste do babaçu da área experimental e a projeção da sombra da copa o torna ideal para sombreamento de pastagens. Árvores com copas de grande diâmetro e reduzidas distâncias entre o solo e a base como a mangueira (*Mangifera indica*) tendem a produzir sombras densas interceptando a radiação luminosa comprometendo os processos de desenvolvimento de gramíneas e favorecendo as plantas daninhas. Por outro lado, copas distantes do solo implicam em sombras menos densas, que permitem um maior fluxo de radiação luminosa direta e difusa favorecendo as gramíneas tropicais.

O rápido deslocamento da projeção de sombra sobre o relvado reduz o efeito da sombra sobre a fotossíntese. Dentre as arquiteturas proporcionadas pelo componente arbóreo, o babaçu quando adulto se destaca pela quantidade de luz que permite chegar ao relvado. Trabalhos realizados com componente arbóreo natural, dentre eles os de ANDRADE et al. (2002) com árvore de baginha (*Stryphnodendron guianense* (Aubl.) Benth.) e SOUSA et al. (2007) com bolsa de pastor (*Zeyheria tuberculosa*) não relatam, o fuste destes componentes arbóreos e sua área de copa.

Na Figura 6 é apresentado o efeito da densidade de babaçu sobre a interceptação luminosa na área sombreada.



**Figura 6.** Interceptação luminosa na área sombreada das densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu e interceptação luminosa estimada através de regressão linear.

O aumento da densidade de palmeiras por hectare tem relação direta com o aumento da interceptação luminosa da copa na área sombreada, 58% na densidade 10 e 77% na densidade 60, esse valor não compromete o fornecimento de luz de qualidade para o dossel forrageiro (LARCHER, 1975; OBISPO et al., 2008). Trabalhos realizados por CARVALHO et al. (1997), CASTRO et al. (1999) e ANDRADE et al. (2001) não obtiveram produção reduzida com valores inferiores de 30% de sombreamento.

#### **4.3 Umidade do solo, massa seca do pasto, massa seca de plantas daninhas, área de solo nu e produção de serrapilheira.**

Na Tabela 3 são apresentados os valores de F e respectivas probabilidades obtidas na análise de variância referente aos fatores: período do ano (água e seca), sombreamento (sombra e sol) e densidade de palmeiras por hectare.

Tabela 3. Resultados obtidos na análise de variância da umidade do solo (UMD), massa seca do pasto (MSP), massa seca de plantas daninhas (MSPD) e solo nu (SNU), período (PR) de águas e seca, em áreas com ou sem sombreamento (SS) nas densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu.

Variáveis	UMD	MSP	MSPD	SNU
Valor de F: PR	<b>2686,2 (p&lt;0,05)</b>	4,04 (p>0,10)	<b>16,71 (p&lt;0,05)</b>	<b>47,90 (p&lt;0,05)</b>
Valor de F: DS	1,07 (p>0,10)	<b>3,86 (p&lt;0,05)</b>	1,24 (p>0,10)	2,43 (p>0,10)
Valor de F: PR × DS	1,12 (p>0,10)	<b>4,04 (p&lt;0,05)</b>	1,85 (p>0,10)	<b>3,21 (p&lt;0,05)</b>
Valor de F: SS	<b>15,58 (p&lt;0,05)</b>	5,57 (p>0,10)	4,10 (p>0,10)	1,22 (p>0,10)
Valor de F: PR × SS	0,01 (p>0,10)	0,04 (p>0,10)	1,74 (p>0,10)	0,00 (p>0,10)
Valor de F: DS × SS	<b>6,07 (p&lt;0,05)</b>	2,41 (p>0,05)	<b>19,64 (p&lt;0,05)</b>	0,66 (p>0,10)
Valor de F: PR×DS×SS	<b>6,33 (p&lt;0,05)</b>	<b>3,46 (p&lt;0,05)</b>	<b>14,31 (p&lt;0,05)</b>	0,90 (p>0,10)
CV	6,94	52,07	48,37	105,65

Observa-se que a umidade do solo apresentou resultado significativo (p<0,05) no período de amostragem, sombreamento, interação densidade × sombreamento e interação tripla. Na massa seca do pasto houve efeito significativo (p<0,05) da densidade, interação período × densidade e a interação tripla. Na massa seca de plantas daninhas registou-se efeito significativo (p<0,05) do período e da interação densidade × sombreamento e tripla. Na área de solo nu houve efeito positivo (p<0,05) no período e na interação período × densidade.

#### 4.3.1 Umidade do solo

O desdobramento da interação densidade × período na variável umidade do solo não foi significativo.

O desdobramento da interação densidade × sombreamento na variável umidade do solo é apresentado na Tabela 4. O sombreamento produziu resultado significativo (p<0,05) nas densidades 50 e 60 palmeiras por hectare.

Tabela 4. Desdobramento da interação sombreamento × densidade na variável umidade do solo (UMD), em áreas com ou sem sombreamento (SS) nas densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu.

Variável	SS	Densidade de palmeiras de babaçu por hectare						Geral	p. do Contraste
		10	20	30	40	50	60		
UMD (%)	Sombra	11,52A	11,98A	11,40A	11,81A	<b>12,46A</b>	<b>12,90A</b>	11,90	NS
	Sol	11,14A	11,89A	11,26A	11,97A	<b>11,53B</b>	<b>9,76B</b>	11,26	NS
	Geral	11,33	11,93	11,33	11,88	11,99	11,33		-

Legenda: NS – Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si (teste F,  $\alpha = 5\%$ ).

As maiores densidades testadas de babaçu contribuíram para a maior umidade do solo das áreas sombreadas quando excluído o período, e estão de acordo com VEIGA et al. (2001), pois cria um microclima favorável. WILSON (1998) também encontrou maior umidade do solo em áreas sombreadas.

#### 4.3.2 Massa seca do pasto

O desdobramento da interação período × densidade de massa seca do pasto é apresentada na Tabela 5. O período produziu resultado significativo ( $p < 0,05$ ) somente na densidade 60, onde a produção no período das águas se mostrou superior.

Tabela 5. Desdobramento da interação período × densidade de massa seca do pasto (MSP), nos períodos (PR) de águas e seca, em áreas com densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu.

Var.	Período	Densidade de palmeiras de babaçu por hectare						Geral	p. do contraste
		10	20	30	40	50	60		
MSP (t.ha <sup>-1</sup> )	Águas	1,96A	1,59A	1,03A	1,62A	1,95A	<b>2,75A</b>	1,82	2°G( $p < 0,05$ )
	Seco	2,46A	1,32A	0,87A	1,75A	1,64A	<b>0,77B</b>	1,47	3°G( $p < 0,05$ )
	Geral	2,21	1,45	0,95	1,69	1,79	1,76		-

\*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si (teste F,  $\alpha = 5\%$ ).

A densidade 60 apresentou efeito significativo com maior produção nas águas, as demais densidades, não apresentaram efeito significativo ( $p > 0,05$ ). A produção máxima de 2,75 t/ha no período das águas e mínima de 0,77 t/ha no período seco na densidade de 60 palmeiras evidencia excesso de água no período das águas e déficit no período seco. No período seco, a maior densidade de babaçu promoveu redução da produção de massa seca em função da baixa umidade do solo (LARCHER, 1975; VAN SOEST, 1994) que apontam o déficit hídrico como fator importante na limitação da produção vegetal e no período das águas a elevação da produção pode ser elucidada pela criação de um microclima favorável que, segundo VEIGA et al. (2001), favorece a forrageira pela redução do encharcamento. As densidades não foram significativas dentro do período.

A alta pluviosidade do período das águas (Figura 3) saturou o solo, que na maior densidade, se beneficiou da elevada concentração de raízes do babaçu,

contribuindo na drenagem do solo (MOURA, 2004) e na absorção de água pelo próprio babaçu, reduzindo o efeito do encharcamento (DE SOUZA, 2009) beneficiando a forrageira até o limite no qual a competição por água e nutrientes limitaria o seu desenvolvimento (BUDOWISKI, 1983; PEREIRA & RESENDE, 1997).

A lotação instantânea de 24 UA/ha durante o período das águas, não consumiu toda a massa forrageira, ocasionando um subpastejo devido à alta oferta de forragem durante este período, o que refletiu em alto acúmulo de material morto.

Nas amostragens realizadas no mês de maio, foi possível observar danos no pasto pelo pisoteio dos animais, ocasionados pelo excesso de chuva do mês de abril. A dificuldade de percolação pela saturação do solo também pode ser observada, com o acúmulo de água nas pegadas dos animais, caracterizando a dificuldade de drenagem do plintossolo. Ocorreu ainda o acamamento do pasto em áreas sombreadas, motivado pelo descanso dos animais.

Nas amostragens realizadas em novembro, foi observada elevada presença de material morto, resultado do acúmulo de forragem gerado nos ciclos pelo subpastejo, déficit hídrico, umidade baixa e temperatura alta.

#### **4.3.3 Massa seca de plantas daninhas**

O desdobramento da interação período × densidade na variável massa seca de plantas daninhas não foi significativo.

A densidade não teve efeito significativo ( $p > 0,05$ ) sobre a produção de massa de plantas daninhas, mas o efeito de período na variável massa de plantas daninhas apresentou resultado significativo ( $p < 0,05$ ) com valores de 1,05 t/ha no período das águas e 2,36 t/ha no período seco.

O pastejo realizado pelos animais reduz a forrageira mantendo as plantas daninhas, que passam a dominar a pastagem, principalmente no período seco, dando início ao processo de degradação, resultados também encontrados por VEIGA et al. (2001) em pastagens na Amazônia.

A planta daninha com maior participação da massa seca total foi o próprio babaçu, com 36% do total, apresentando um caráter agressivo sobre a pastagem

das áreas estudadas com predominância de ocorrência próxima ao caule. A palmeira quando adulta funciona como repositor do banco de sementes, principalmente nas regiões onde as quebradeiras de coco são proibidas de entrar para fazer a coleta. SHETTY (1979) preconiza que a melhor forma de controlar uma planta daninha é controlar a reprodução e a dispersão de sementes.

Outro fator importante na multiplicação é a quebra da dormência das sementes pelo fogo (MUNIZ, 2004). No histórico da área ocorreram dois incêndios acidentais, em agosto de 2005 e novembro de 2008.

O capim-duro ou capim-navalha (*Paspalum virgatum* L.) foi a segunda planta daninha mais importante no experimento com 21% da produção, tendo maior ocorrência nos locais sujeitos a encharcamento, principalmente durante o período das águas.

A dispersão das sementes do capim-duro ocorre com facilidade, pois são consumidas com avidez pelos animais, e ao passar pelo trato digestivo, juntam-se as fezes sendo depositas no solo junto com o bolo fecal, germinando e formando touceiras. A baixa aceitabilidade somada ao serrilhamento das bordas das folhas torna-o impróprio para o consumo dos animais quando adulto. Como estratégia de seu controle criadores da região têm controlado a presença desse capim queimando as áreas com alta incidência antes do início das chuvas para forçar a rebrotação e posterior pastoreio das folhas tenras, levando, assim, a morte da planta daninha por esgotamento das reservas. Outras modalidades de controle usadas é a remoção das touceiras por processo mecânico e o uso de controle químico.

As demais plantas daninhas em ordem de importância foram *Andropogon bicornis* L. (capim-rabo de burro) (6%), *Cassia obtusifolia* L. (fedegoso, mata-pasto) (4%), *Ipomoea assarifolia* (Dser.) Roen. & Schlitz (salsa) (4%), *Mimosa pudica* L. (malícia) (4%), *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (samambaia) (3%) e *Solanum crinitum* Lan. (jurubeba) (3%), Ciperáceas (11%) e outras não identificadas (8%).

O desdobramento da interação sombreamento × densidade na variável massa de plantas daninhas é apresentado na Tabela 6. O sombreamento apresentou resultado significativo ( $p < 0,05$ ) nas densidades 10, 20, 30 e 50. A produção na área

sombreada foi maior nas densidades de 10 e 20 palmeiras e menor em 30 e 50 palmeiras.

Tabela 6. Desdobramento da interação sombreamento × densidade de massa seca de plantas daninhas (MSPD), no sombreamento (SS) sombra e sol, em áreas com densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu.

Variável	SS	Densidade de palmeiras de babaçu por hectare						Geral	p. do contraste
		10	20	30	40	50	60		
MSPD (t.ha <sup>-1</sup> )	Sombra	<b>2,88A</b>	<b>1,75A</b>	<b>1,23B</b>	1,03A	<b>0,77B</b>	1,50A	1,53	NS
	Sol	<b>0,81B</b>	<b>0,48B</b>	<b>3,18A</b>	1,68A	<b>3,42A</b>	1,49A	1,85	NS
	Geral	1,85	1,12	2,21	1,36	2,09	1,49		

Legenda: NS – Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si (teste F,  $\alpha = 5\%$ ).

#### 4.3.4 Balanço da produção capim-marandu e plantas daninhas

As produções de capim-marandu e plantas daninhas são apresentadas na Figura 7, a produção de capim-marandu no período das águas foi maior que a produção das plantas daninhas e no período seco o contrário, sendo o balanço final de ligeira maior produção de plantas daninhas. Esta condição segundo DIAS-FILHO (2005), significa um elevado grau de degradação da pastagem e que ocorre com frequência na área da Amazônia legal, quando mal manejados.

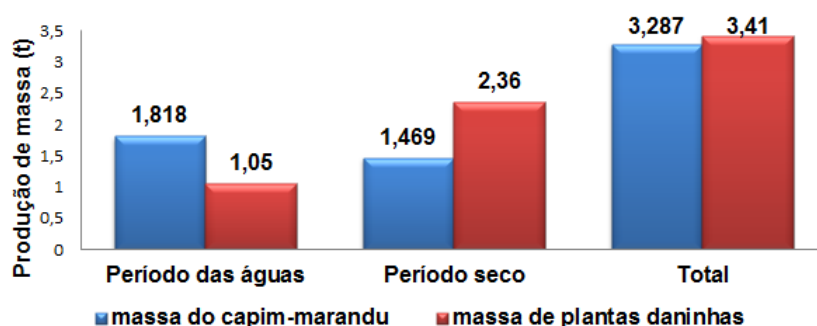


Figura 7. Produção de capim-marandu, plantas daninhas e produção total, por período.

#### 4.3.5 Área de solo nu

O desdobramento da interação período × densidade para área de solo nu é apresentado na Tabela 7. A interação densidade × período teve efeito significativo

( $p < 0,05$ ) na área de solo nu. As densidades 10, 20, 30 e 60 apresentam maiores valores de área de solo nu durante o período seco.

Tabela 7. Desdobramentos da interação período  $\times$  densidade da área de solo nu (SNU), nos períodos (PR) de águas e seca, nas densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu.

Var.	Período	Densidade de palmeiras de babaçu por hectare						Geral	p. para Contraste
		10	20	30	40	50	60		
SNU (%)	Águas	<b>0,00B</b>	<b>0,00B</b>	<b>0,00B</b>	6,75A	0,0A	<b>0,0B</b>	1,12	NS
	Seco	<b>23,75A</b>	<b>20,00A</b>	<b>28,75A</b>	12,50A	3,12A	<b>14,37A</b>	17,08	NS
	Geral	11,87	10,00	14,37	9,62	1,56	7,18		

Legenda: NS – Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si (teste F,  $\alpha = 5\%$ ).

A área de solo nu apresentou resultado significativo ( $p < 0,05$ ) no período, observando-se 1,12% nas águas e 17,08% na seca. A baixa capacidade de retenção de água dos plintossolos (MOURA, 2004) somada à pressão de pastejo, pela pouca oferta de forragem no período seco foi fator determinante para o aparecimento de áreas de solo nu. Embora não significativa, o aumento da densidade reduziu numericamente a área de solo nu durante o período seco. A contribuição proporcionada pela presença do babaçu evita que o solo nu receba com intensidade máxima os raios solares que destrói a pouca matéria orgânica existente nos solos amazônicos cultivados, como também evita que as gotas de chuva caiam diretamente sobre o solo removendo nutrientes pela erosão laminar.

#### 4.3.6 Produção de serrapilheira

A análise de variância da serrapilheira nos períodos (PR) de água e seca, em áreas com ou sem sombreamento (SS) nas densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu teve efeito significativo de densidade 0,88 ( $p = 0,051$ ), sombreamento 5,60 ( $p < 0,05$ ) e interação de densidade  $\times$  sombreamento 5,40 ( $p < 0,05$ ). O desdobramento da interação efeito de sombreamento  $\times$  densidade na variável serrapilheira é apresentada na Tabela 8.



Tabela 8. Desdobramento da interação sombreamento (SS) × densidade na variável serrapilheira (SERR) nas densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu.

Variável	SS	Densidade de palmeiras de babaçu por hectare						Geral	p. do Contraste
		10	20	30	40	50	60		
SERR (kg.m <sup>-2</sup> )	Sombra	0,254A	0,254A	0,448A	0,481A	<b>0,826A</b>	<b>0,649A</b>	0,486	NS
	Sol	0,451A	0,420A	0,269A	0,744A	<b>0,104B</b>	<b>0,179B</b>	0,365	NS
	Geral	0,352	0,337	0,358	0,612	0,465	0,414		

Legenda: NS – Não significativo ao nível de 5% de probabilidade

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si (teste F,  $\alpha = 5\%$ ).

O sombreamento teve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) sobre a produção de serrapilheira nas densidades 50 e 60 palmeiras por hectare, onde os frutos de babaçu foram considerados como serrapilheira. Os valores na área sombreada crescem com o aumento da densidade até 50 palmeiras e diminuem após essa densidade. A presença ou não do fruto foi significativa na variação da serrapilheira, motivo pelo qual a área sombreada apresentou maiores valores. O aumento da densidade reduziu a produção de serrapilheira na área de sol.

#### 4.4 Composição química da forragem

Na Tabela 9 são apresentados os valores de F com as respectivas probabilidades obtidas na análise de variância referente aos efeitos: período, densidade, sombreamento e interações, referentes aos teores de matéria seca, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose, lignina, proteína bruta, cinzas.

Tabela 9. Resultados obtidos na análise de variância dos efeitos: PR, DS, SS e coeficiente de variação dos dados da análise de: MS, FDN, FDA, CEL, HEMI, LIG, PB e CNZ, nos PR de águas e seca, em áreas com ou sem SS nas DS de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu.

Variáveis	MS	FDN	FDA	CEL	HEMI	LIG	PB	CNZ
Valor de F: PR	<b>1479,81</b> (p<0,05)	<b>9,08</b> (p<0,05)	<b>30,85</b> (p<0,05)	<b>15,54</b> (p>0,05)	0,01 (p>0,05)	<b>9,92</b> (p<0,05)	1,65 (p>0,05)	0,01 (p>0,05)
Valor de F: DS	<b>4,14</b> (p<0,05)	0,48 (p>0,05)	0,75 (p>0,05)	0,72 (p>0,05)	0,38 (p>0,05)	1,25 (p>0,05)	<b>6,60</b> (p<0,05)	<b>3,54</b> (p<0,05)
Valor de F: PR × DS	<b>8,99</b> (p<0,05)	0,25 (p>0,05)	0,50 (p>0,05)	1,26 (p>0,05)	1,02 (p>0,05)	0,92 (p>0,05)	<b>2,70</b> (p<0,05)	1,29 (p>0,05)
Valor de F: SS	0,46 (p>0,05)	0,90 (p>0,05)	3,82 (p>0,05)	1,42 (p>0,05)	0,53 (p>0,05)	0,16 (p>0,05)	2,53 (p>0,05)	<b>7,61</b> (p<0,05)
Valor de F: PR × SS	<b>4,19</b> (p<0,05)	<b>5,40</b> (p<0,05)	<b>4,23</b> (p<0,05)	0,47 (p>0,05)	4,40 (p>0,05)	1,37 (p>0,05)	0,42 (p>0,05)	<b>6,36</b> (p<0,05)
Valor de F: DS × SS	<b>7,70</b> (p<0,05)	0,78 (p>0,05)	0,67 (p>0,05)	1,18 (p>0,05)	0,86 (p>0,05)	0,82 (p>0,05)	<b>3,18</b> (p<0,05)	<b>2,65</b> (p<0,05)
Valor de F: PR × DS × SS	<b>3,94</b> (p<0,05)	1,31 (p>0,05)	1,13 (p>0,05)	0,87 (p>0,05)	1,51 (p>0,05)	0,56 (p>0,05)	0,93 (p>0,05)	1,25 (p>0,05)
CV	5,70	4,82	5,41	7,21	7,14	23,29	13,59	10,07

Legenda: PR - Períodos, DS - Densidades, SS - Sombreamento, MS - Matéria seca, FDN - Fibra em detergente neutro, FDA - fibra em detergente Ácido, CEL - Celulose, HEMI - Hemicelulose, LIG - Lignina, PB - Proteína bruta, CNZ - Cinzas, SS - Sombreamento, DS - Densidades.

#### 4.4.1 Matéria seca da forragem

Conforme a Tabela 11, o teor de matéria seca do capim-marandu mostrou efeito significativo ( $p<0,05$ ) de período e densidade, apresentando interação de período × densidade, período × sombreamento, densidade × sombreamento e tripla.

O desdobramento de período × sombreamento (Tabela 10) foi significativo com maiores valores para o período seco na sombra e no sol, este resultado é fruto das condições extremas do clima onde o período seco reduz o teor de água das plantas, com elevado grau de senescência e portanto com baixa porcentagem de água.

Tabela 10. Desdobramento da interação período × densidade na variável matéria seca (MS).

Variável	Período	Sombreamento		Geral
		Sombra	Sol	
MS	Águas	<b>28,58B</b>	<b>27,96B</b>	28,27±2,88
	Seco	<b>47,61A</b>	<b>48,82A</b>	48,21±3,95
	Geral	38,09	38,39	

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si (teste F,  $\alpha = 5\%$ ).

O desdobramento de período e densidade é apresentado na Tabela 11.

Tabela 11. Desdobramento da interação período × densidade na variável matéria seca (MS).

Variável	Período	Densidade de palmeiras por hectare						Geral	p. do contraste
		10	20	30	40	50	60		
MS (%)	Águas	<b>26,41B</b>	<b>26,87B</b>	<b>28,00B</b>	<b>28,22B</b>	<b>27,97B</b>	<b>32,14B</b>	28,27±2,88	Lin (p<0,05)
	Seco	<b>48,51A</b>	<b>53,14A</b>	<b>46,02A</b>	<b>46,95A</b>	<b>47,29A</b>	<b>47,37A</b>	48,21±3,95	4°G (p<0,05)

Legenda: Lin – Linear.

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si (teste F,  $\alpha = 5\%$ ).

O efeito da densidade no período foi significativo ( $p<0,05$ ) na porcentagem de MS nas densidades estudadas. No período das águas o capim-marandu apresentou valores linearmente crescentes à medida que as densidades aumentaram, indicando que a presença da palmeira contribui para o aumento do teor de MS. Durante o período seco, os valores de matéria seca foram maiores em consequência do estado de senescência de folhas e baixo teor de água (VAN SOEST, 1994; REIS, 2009), neste caso a densidade não alterou o teor de matéria seca.

Na tabela 12 é apresentado o desdobramento da interação densidade × sombreamento na variável matéria seca.

Tabela 12. Desdobramento da interação densidade × sombreamento na variável matéria seca (MS), em áreas com ou sem sombreamento (SS) nas densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu

Variável	Sombreamento	Densidade de palmeiras por hectare						Geral	p. do contraste
		10	20	30	40	50	60		
MS (%)	Sombra	36,36A	<b>38,29B</b>	37,04A	<b>36,37B</b>	38,39A	<b>42,08A</b>	38,09	NS
	Sol	38,56A	<b>41,72A</b>	36,97A	<b>38,80A</b>	36,87A	<b>37,44B</b>	38,39	NS

Legenda: NS – Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si (teste F,  $\alpha = 5\%$ ).

As densidades 20 e 40 apresentaram maiores valores na área de sol, na densidade 60 o maior valor foi na sombra, não ocorrendo diferenças entre densidades no mesmo período. O sombreamento médio de 13% proporcionado pelo babaçu (Tabela 1), não promoveu um sombreamento significativo que afetasse o teor de matéria seca do capim-marandu.

O sombreamento proporcionado pelo babaçu não foi significativo ( $p>0,05$ ) sobre o teor de MS do capim-marandu quando comparado à área sombreada e de

sol no mesmo período. Estes resultados diferem aos de outros trabalhos que têm evidenciado que forrageiras cultivadas à sombra possuem maiores teores de água, motivadas por menor evapotranspiração existente no ambiente, o que resulta em maior quantidade de água nos tecidos de plantas que crescem sob luminosidade reduzida (CARVALHO et al., 1995; WILSON, 1998; CASTRO et al., 1999; ANDRADE et al., 2004; SOUSA et al., 2007).

A composição semelhante de matéria seca pode ser explicada pela qualidade e quantidade de radiação que atinge o dossel. O babaçu nas densidades testadas produz sombra insuficiente para coibir o metabolismo do capim-marandu.

Outro fator a ser considerado é sobre o estágio vegetativo do pasto no momento em que foram feitas as amostragens. Em novembro de 2010, o solo apresentou o maior déficit hídrico, com o pasto na condição de feno em pé e em maio de 2011 o alto volume de água do mês de abril provocou saturação do solo impedindo o desenvolvimento da forragem. Esta afirmação contribui com os resultados para a presente pesquisa, onde não foram averiguadas reduções da matéria seca no sombreamento entre todas as densidades estudadas.

#### 4.4.2 Fibra em detergente neutro

A fibra em detergente neutro (FDN) teve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) do período e na interação período  $\times$  sombreamento, apresentada na Tabela 13.

Tabela 13. Desdobramento da interação período  $\times$  sombreamento na variável fibra em detergente neutro (FDN), nos períodos (PR) de águas e seca, nas densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu

Variável	Período	Sombreamento		Geral
		Sombra	Sol	
FDN	Águas	82,50A	<b>79,84B</b>	81,17 $\pm$ 3,91
	Seco	83,40A	<b>84,52A</b>	83,96 $\pm$ 4,45
	Geral	82,95	82,18	

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si (teste F,  $\alpha = 5\%$ ).

A FDN na sombra não teve efeito significativo. Na área de sol teve efeito significativo, 79,84 no período das águas e 84,52 período seco. O maior valor de FDN no sol durante o período seco esta relacionado ao efeito da alta temperatura e ao estresse

hídrico que reduzem a qualidade do capim-marandu (VAN SOEST, 1994; WILSON, 1998; REIS, 2009). Os altos valores para FDN estão relacionados também ao corte ter sido feito rente ao solo e a planta ter sido analisada inteira.

#### 4.4.3 Fibra em detergente ácido

A fibra em detergente ácido apresentou resposta significativa ( $p < 0,05$ ) no período e na interação período  $\times$  sombreamento. O desdobramento é apresentado na tabela 14.

Tabela 14. Desdobramento da interação período  $\times$  sombreamento na variável fibra em detergente ácido (FDA), nos períodos (PR) de águas e seca, em áreas com ou sem sombreamento (SS) em sistema silvipastoril com capim-marandu.

Variável	Período	Sombreamento		Geral
		Sombra	Sol	
FDA	Águas	<b>40,65B</b>	<b>38,81B</b>	39,73 $\pm$ 2,62
	Seco	<b>43,01A</b>	<b>43,05A</b>	43,03 $\pm$ 2,52
	Geral	41,83	40,93	

\*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si (teste F,  $\alpha = 5\%$ )

Os resultados no período seco demonstram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) na fibra em detergente ácido com valores maiores e semelhantes aos de sombra e sol. Baseado nos elementos meteorológicos presentes na Figura 3 é possível verificar as condições do período seco: temperatura média de 29°C, umidade de 75% e pluviosidade zero, representando o ápice da seca e, portanto, limitando a sobrevivência de planta. Sendo a FDA constituída por celulose, hemicelulose e lignina, influenciadas pelo estágio vegetativo da planta que encontram nas condições climáticas os principais componentes de respostas.

Na coleta do período das águas, a umidade do ar manteve-se em 95%, precipitação de 457 mm no mês de abril de 2011 e temperatura média de 26,4°C (Figura 3) propiciando melhores condições para o desenvolvimento do capim-marandu. Os valores de FDA encontrados correspondem ao estágio vegetativo; BERNARDES (2003) encontrou valores 10% menores. Este resultado difere de SOUSA et al. (2007) que encontraram maiores valores de FDA ao sol quando

estudando o efeito de sombreamento da bolsa de pastor (*Zeyheria tuberosa*) sobre o capim-marandu.

#### 4.4.4 Celulose

A celulose (Tabela 11) apresentou resposta significativa ( $p < 0,05$ ) no período e na interação período  $\times$  sombreamento. Na tabela 15, é apresentado o desdobramento de período e sombreamento na variável celulose.

Tabela 15. Desdobramento da interação período  $\times$  sombreamento na variável celulose (CEL), nos períodos (PR) de águas e seca, em áreas com ou sem sombreamento (SS) em sistema silvipastoril com capim-marandu.

Variável	Período	Sombreamento		Geral
		Sombra	Sol	
CEL (%)	Águas	32,44	32,50	<b>32,49<math>\pm</math>4,71B</b>
	Seco	35,52	35,27	<b>35,40<math>\pm</math>3,03A</b>

\*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si (teste F,  $\alpha = 5\%$ ).

Celulose apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) na média geral no período com valores de 35,40 no período seco e 32,49 período das águas. O maior valor de celulose no sol durante o período seco está possivelmente relacionado a alta temperatura e ao restrição hídrica que reduzem a qualidade da forragem (VAN SOEST, 1994).

#### 4.4.5 Hemicelulose

A hemicelulose não apresentou resposta significativa ( $p > 0,05$ ) no período e na interação período  $\times$  densidade, conforme apresentado na tabela 16.

Tabela 16. Desdobramento da interação período  $\times$  densidade na variável hemicelulose (HEMI), nos períodos (PR) de águas e seca, em sistema silvipastoril com capim-marandu

Var.	PR	densidade de palmeiras de babaçu por hectare						Geral	p. do contraste
		10	20	30	40	50	60		
HEMI (%)	Águas	42,38	40,74	41,34	41,28	42,56	40,29	41,43 $\pm$ 2,88A	NS
	Seco	40,80	41,56	40,35	41,20	41,72	42,67	41,38 $\pm$ 3,01A	NS
	Geral	41,59	41,15	40,84	41,24	42,14	41,84		

Legenda: NS – Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si (teste F,  $\alpha = 5\%$ ).

#### 4.4.6 Lignina

A lignina teve resposta significativa ( $p < 0,05$ ) no período e na interação período  $\times$  sombreamento. Na tabela 17 é apresentado o desdobramento de período e sombreamento na variável lignina.

Tabela 17. Desdobramento da interação período  $\times$  sombreamento na variável lignina (LIG), nos períodos (PR) de águas e seca, em áreas com ou sem sombreamento (SS) em sistema silvipastoril com capim-marandu.

Variável	Período	Sombreamento		Geral
		Sombra	Sol	
LIG (%)	Águas	5,53	5,10	<b>5,31<math>\pm</math>1,73B</b>
	Seco	6,26	6,48	<b>6,37<math>\pm</math>1,20A</b>

\*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si (teste F,  $\alpha = 5\%$ )

A lignina apresentou na média geral efeito de período com valores de 5,31 % no período das águas e 6,37 % no período da seca, influenciada pelas condições climáticas restritivas do período (VAN SOEST, 1994; REIS, 2009). De acordo com os autores a alta temperatura somada à deficiência de água causa estresse na planta resultando em lignificação de colmo e folhas, acelerando a senescência.

#### 4.4.7 Proteína bruta

Os teores de proteína tiveram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da densidade, interação período  $\times$  densidade e densidade  $\times$  sombreamento. O desdobramento da interação período  $\times$  densidade é apresentado na Tabela 18.

Tabela 18. Desdobramento da interação período  $\times$  densidade na variável proteína bruta (PB) nos períodos (PR) de águas e seca, nas densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu

Variável	Período	Densidade de palmeiras por hectare						Geral	p. do contraste
		10	20	30	40	50	60		
PB (%)	Águas	<b>4,41B</b>	4,86A	3,97A	3,98A	4,23A	3,85A	4,22 $\pm$ 0,64	4°G ( $p < 0,05$ )
	Seco	<b>5,48A</b>	4,55A	4,63A	4,13A	3,98A	3,80A	4,43 $\pm$ 0,94	Lin ( $p < 0,05$ )

Legenda: Lin – Linear.

\*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si (teste F,  $\alpha = 5\%$ )

A interação período  $\times$  densidade foi significativa ( $p < 0,05$ ) na densidade de 10 palmeiras com valores de 5,48 % no período seco e 4,41 % nas águas, enquanto as demais não foram significativas ( $p > 0,05$ ). Os maiores valores no período seco para a

densidade 10 podem ser explicados por serem menos sombreados e portanto os animais pastejam com menor frequência e intensidade, resultando em maior porcentagem de folhas novas e consequente maiores teores de proteína. O efeito da densidade no período seco teve resposta linear com redução da porcentagem de proteína à medida que as densidades aumentaram, indicando uma possível competição por água e nutrientes (MOURA, 2004).

Os resultados apontam à grande força competitiva da palmeira babaçu. O babaçu ocupa os mesmos nichos subterrâneos e explora os mesmos recursos e consequentemente entra em concorrência direta com os cultivos (DE SOUZA, 2009). O desdobramento da interação densidade × sombreamento na variável proteína bruta (PB) é apresentado na tabela 19.

Tabela 19. Desdobramento da interação densidade × sombreamento na variável proteína bruta (PB), em áreas com ou sem sombreamento (SS) nas densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu

Variável	Sombreamento	Densidade de palmeiras por hectare						Geral	p. do Contraste
		10	20	30	40	50	60		
PB (%)	Sombra	5,01A	<b>4,18B</b>	4,43A	4,02A	3,97A	3,97A	4,26	Lin (p<0,05)
	Sol	4,88A	<b>5,23A</b>	4,17A	4,10A	4,24A	3,68A	4,38	5°G (p<0,05)

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si (teste F,  $\alpha = 5\%$ ).

A interação densidade × sombreamento foi significativa (p<0,05) na densidade de 20 palmeiras com valores de 5,23 na área não sombreada e 4,18 na área sombreada. Estes resultados diferem de WILSON et al. (1990); CARVALHO et al., (1997); CASTRO et al. (1998) e RIBASKI (2000) que constataram aumento do teor de proteína bruta (PB) na sombra. A permanência dos animais por 24 horas em cada tratamento não foi suficiente para desfolhamento do capim-marandu implicando em subpastejo e, portanto, sobra de pasto, o que resultou em maiores teores de fibra e valores baixos de proteína (REIS, 2009).

#### 4.4.8 Cinzas

Conforme tabela 11, os teores de cinzas do capim-marandu sofreram efeito significativo (p<0,05) da densidade, sombreamento, interação período × sombreamento e densidade × sombreamento. O desdobramento de interação



período × sombreamento não foram significativos. Na tabela 20 é apresentado o desdobramento da interação densidade × sombreamento.

Tabela 20. Desdobramento da interação densidade × sombreamento na variável cinza (CNZ), em áreas com ou sem sombreamento (SS) nas densidades (DS) de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras de babaçu por hectare em sistema silvipastoril com capim-marandu.

Variável	Sombreamento	Densidade de palmeiras por hectare						Geral	p. do Contraste
		10	20	30	40	50	60		
CNZ	Sombra	<b>6,92A</b>	<b>5,97B</b>	6,64A	7,23A	6,90A	6,54A	6,74	4 <sup>o</sup> G (p<0,05)
	Sol	<b>6,09B</b>	<b>6,77A</b>	6,86A	6,88A	7,45A	6,47A	7,08	3 <sup>o</sup> G (p<0,05)

\*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si (teste F,  $\alpha = 5\%$ ).

A interação densidade × sombreamento foi significativa (p<0,05) nas densidades de 10 e 20 palmeiras, o resultado não foi possível explicar uma vez que na densidade 10 é maior na sombra e na densidade 20 ocorre inversão de valores e nas demais densidades não foi significativo.

## V. CONCLUSÕES

No período das águas o aumento da densidade de palmeiras de babaçu (*Attalea speciosa* Mart.) em linhas gerais: reduziu a proteína bruta, a porcentagem do solo nu, aumentou a matéria seca da forragem e a umidade do solo.

No período seco, o aumento da densidade de palmeiras de babaçu reduziu a proteína bruta e a porcentagem do solo nu. Nas áreas sombreadas o aumento da densidade de palmeiras contribuiu para maiores teores de umidade.

O porte elevado das palmeiras de babaçu reduziu o efeito do sombreamento como fator de inibição do desenvolvimento do capim-marandu.

A massa seca de capim-marandu foi maior no período das águas e no período seco a massa seca de plantas daninhas, onde o babaçu em sua fase inicial e o capim-duro (*Paspalum virgatum*) tiveram respectivamente maior participação.

A grande presença de invasoras e a composição química do solo apontam para um adiantado grau de degradação da pastagem.

O solo da área experimental não é o mais adequado ao cultivo do capim-marandu, devido à baixa fertilidade e ao encharcamento no período das águas.

## VI. REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras**: gramíneas e leguminosas. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1988. 162 p.

ALLEN, V. G.; BATELLO, C.; BERRETTA, E. J.; HODGSON, J.; KOTHMANN, M.; LI, X.; MCLVOR, J.; MILNE, J.; MORRIS, C.; PEETERS, A.; SANDERSON, M. An international terminology for grazing lands and grazing animals. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 66, n. 1, p. 2-28, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2494.2010.00780.x>>.

ALMEIDA, A. R. P. **Efeitos alelopáticos de espécies de *Brachiaria* Griseb sobre algumas leguminosas tropicais**. 1993. 73 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

ALMEIDA, A. W.; SHIRAISHI NETO, J. **Economia do babaçu**. 2. ed. São Luís: MIQCB, 2001. p.15-26.

ALPÍZAR, L. Resultados del “experimento central” del CATIE: asociaciones de pastos y arboles de sombra. In: BEER, J. W.; FASSBENDER, H. W.; EUVELDOP, J. (Ed.). **Avances en la investigación agroforestal**: actas del seminario. Turrialba: CATIE, 1985. p. 237-243.

ANDERSON, A.; MAY, P.; BALICK, M. **The subsidy from nature**: palm forests, peasantry, and development on an Amazon frontier. New York: Columbia University Press, 1991. p. 233.

ANDRADE, C. M. S.; GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; SOUZA, A. L. Desempenho de gramíneas forrageiras e do estilosantes mineirão em sistemas agrossilvipastoris com eucalipto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** São Paulo: Videolar, 2001. p. 4.

ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO J. F. Árvores de Baginha (*Stryphnodendron guianensis*) em ecossistemas de pastagens cultivadas na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 574-582, 2002.

ANDRADE, C. M. S. de; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C.; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 263-270, 2004.

ÂNGELO, H.; SÁ, S. P. P. de. O deflorestamento na Amazônia brasileira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 217-227, 2007.

ARAÚJO, D. M.; SILVA, J. H. V.; MIRANDA, E. C. Farelo de trigo na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de recria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 67-72, 2008.

ATROCH, E. M. A. C; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A. de; CASTRO, E. M. de. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forticata* LINK submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 853–862, 2001.

BALICK, M. J.; PINHEIRO, C. U. B. Babassu. In: CLAY, J. W.; CLEMENT, C. R. **Selected species and strategies to enhance income generation from Amazonian forests**. Roma: FAO, 1993. p. 177-188.

BARBOSA, R. A. **Morte de pastos de *Brachiaria***. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006. 12 p.

BARBOSA, O. R.; SILVA, R. G. Índice de conforto térmico para ovinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 6, p. 874-883, 1995.

BERNARDES, L. F. **Semeadura de capim-braquiária em pós-emergência da cultura do milho para obtenção de cobertura morta em sistema de plantio direto.** 2003. 42 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

BITTMAN S.; SIMPSON, G. M. Soil water deficit effect on yield, leaf area, and net assimilation rate of three forage grasses: crested wheatgrass, Madison smooth brome grass, and alta wildrye. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, n. 5, p. 768-774, 1987.

BLASER, R. E. Manejo do complexo pastagem-animal para avaliação de plantas e desenvolvimento de sistemas de produção de forragens. In: PEIXOTO, A. M. (Ed.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional.** 2. ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1994. p. 279-335.

BOND, T. E.; KELLY, C. F.; HEITMAN, JR. H. Improving livestock environment in high-temperature areas. **Journal of Heredity**, Washington, v. 49, p. 75-79, 1958.

BRASIL. **Especificações para a padronização, classificação e comercialização interna do óleo, da torta e do farelo de babaçu.** Ministério da Agricultura, 1975.

BUDOWISKI, G. An attempt to quantify some current agroforestry practices in Costa Rica. In: HUXLEY, P. A. (Ed.). **Plant Research and Agroforestry.** Nairobi: International Council for Research in Agroforestry, 1983. p. 43-62.

BUFFINGTON, D. E.; COLLIER, R. J.; CANTON, G. H. Shade management systems to reduce heat stress for dairy cows in hot, humid climates. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 26, n. 6, p. 1798-1802, 1983.

CARLESSO, R. **Influence of soil water deficits on maize growth and leaf area adjustments.** 1993. Thesis (Ph.D) - Michigan State University, East Lansing, 1993.

CARLESSO, R. Absorção de água pelas plantas: água disponível versus extrínseca e a produtividade das culturas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p.183-188, 1995.

CARPENTIER, C. L.; VOSTI, S. A.; WITCOVER, J. Intensified production systems on the Western Brazilian Amazon settlement farms: could they save the forest? **Agriculture, Ecosystems and Environment**, New York, v. 82, n. 1-3, p. 73-88, 2000. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00217-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00217-6)>.

CARVALHO, M. D. F. **Aproveitamento racional do babaçu**. Teresina: UFPI/CNPq, 2007. 48 p.

CARVALHO, S. J. C. **Caracterização dos efeitos alelopáticos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no estabelecimento das plantas de *Stylosanthes guianensis* var. vulgaris e cv. Bandeirante**. 1993. 72 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

CARVALHO, J. H. de.; RAMOS, G. M. **Composição química e digestibilidade *in vitro* de vagens de faveira (*Parkia platycephala*)**. Campo Grande: EMBRAPA/CNPq, n. 23, 1982.

CARVALHO, N. M. **Efeitos da disponibilidade de sombra, durante o verão sobre algumas condições fisiológicas e de produção em vacas da raça holandesa**. 1991. 196 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1991.

CARVALHO, T. B. de; ZEN, S. de; TAVARES, E. C. N. Comparação de custo de produção na atividade de pecuária de engorda nos principais países produtores de carne bovina. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SOBER, 2009. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/9/571.pdf>>. Acesso em: 13 fev 2010.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; ANDRADE, A. C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um subbosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 17, n. 1, p. 24-30, 1995.

CARVALHO, M. M.; SILVA, J. L. O.; CAMPOS JR, B. A. Produção de matéria seca e composição mineral da forragem de seis gramíneas tropicais estabelecidas em um sub-bosque de angico-vermelho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 213-218, 1997.

CARVALHO, G. J.; LEITE, G. G.; VILELA, L.; DIOGO, J.M.S., BRÂNCIO, P.A., GUERRA, A.F. Influência das doses de N e de tensões hídricas sobre a expansão foliar do capim Tifton-85 (*Cynodon* spp.) In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Recife. **Anais ...** Recife: UFRPE, 2002.

CASTELO BRANCO, J. R. L. **Estudo regional do Maranhão**. São Paulo: FTD, 1988.

CASTRO, C. R. T.; CARVALHO, M. M.; GARCIA, R. Efeito do sombreamento artificial sobre o valor nutritivo de seis gramíneas forrageiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2., 1998, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa CPATU, 1998. p. 298-300.

CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 919-927, 1999.

COSTA, N. L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; PEREIRA, R. G. A. Avaliação agronômica de gramíneas forrageiras sob sombreamento de seringal adulto. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2., 1998, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa-CPATU, 1998. p. 201-203.

COWARD-LORD, J. **Composición química y digestibilidad *in vitro* de diez forrajeras tropicales**. 1972. 47 f. Tesis (Maestria) – Universidad de Puerto Rico, Mayagües, 1972.

DA SILVA, A. C.; FIRMINO, D. Efeitos alelopáticos causados pelo capim braquiaria (*Brachiariabrizantha*) no desenvolvimento inicial da palmeira de babaçu (*Orbignyaspp.*). **Revista Verde**, Mossoró, v. 3, n. 4, p. 1-7, 2008.

DALE, J. E. The Control of Leaf Expansion. **Annual Review in Plant Physiology**, Palo Alto, v. 39, p. 267-295, 1988.

DE SOUZA, J. T. R. **Métodos de amostragem e contribuição da palmeira ruderal babaçu (*Attalea speciosa* Mart.) para a biomassa radicular sob sistema de agricultura Itinerante no estado do Maranhão**. 2009. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2009.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens**: processos, causas e estratégias de recuperação. 2. ed. Belém; Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 17 p.

DIAS-FILHO, M. B. Produção de bovinos a pasto na fronteira agrícola. In: ZOOTECA 2010 – CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECA, 20., 2010, Palmas. **Anais ...** Palmas: Editora, 2010. p. 131-145.

FERNÁNDEZ, C. J.; McINNIS, K.J.; COTHREN, J. T. Water status and leaf area production in water-and nitrogen-stressed cotton. **Crop Science**, Madison, v. 36, p. 1224-1233, 1996.

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. D. Production systems - an example from Brazil. **Meat Science**, Amsterdam, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010.

GARCIA, R.; COUTO, L. Sistemas silvipastoris: tecnologia emergente de sustentabilidade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: DZO/UFV, 1997. p. 447-471.



GAZOLLA, A. G. **Fitossociologia de espécies arbóreas em sistemas agrossilvipastoris no município de Matinha, região da Baixada Maranhense**. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2004.

GAZOLLA, A. G.; SERRA, O. S.; PEREIRA, L. A.; outros autores. **Caracterização da Bacia do Baixo Pindaré, Municípios: Cajari, Matinha, Monção, Penalva e Viana** - seminário. São Luis, 2002.

GERIK, T. J.; FAVER, K. L.; THAXTON, P. M.; EL ZIK, K. M. Late season water stress in cotton: I. Plant growth, water uses, and yield. **Crop Science**, Madison, v. 36, p. 914-921, 1996.

GONÇALVES, A. D.; FREITAS, R. M. **O babaçú**: Considerações científicas, técnicas e econômicas. Rio de Janeiro: Serviço de informação agrícola, Ministério da Agricultura, 1955. p. (Série Estudos e Ensaio,8).

GREGORY, N. G. The role of shelterbelts in protecting livestock: a review. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 38, n.4, p. 423-450, 1995.

HAHN, G. L. Management and housing of farm animals in hot environments. In: YOUSEF, M.K. (Ed.). **Stress physiology of livestock**. Boca Raton: CRC Press, 1985. v. 2, p. 151-174.

HSIAO, T. C. Plant response to water stress. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. B24, p. 519-570, 1973

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. IBGE. **Censo Agropecuário de 2006 Sistemas IBGE de recuperação automática**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 2 set. 2011.

JANUSCKIEWICZ, E. R. **Compostos de reserva das plantas e atividade enzimática do solo em pastos de *Brachiaria* manejados sob ofertas de forragem**

**e lotação rotacionada.** 2011. 161 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

KELLER-GREIN, G.; MAASS, B. L.; HANSON, J. Variación natural en *Brachiaria* y bancos de germoplasma existentes. In: MILES, J. W.; MAASS, B. L.; VALLE, C. B. (Ed.). **Brachiaria: biología, agronomía y mejoramiento.** Campo Grande: Brasil: Embrapa Gado de Corte, 1998. p. 18-45.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 313-321.

KING, K. F.; CHANDLER, N. T. **The wasted lands:** the program of work of the International Council for Research in Agro forestry (ICRAF). Nairobi, Kenya, 1978.

KNOWLES, R. L. New Zealand experience with silvopastoral systems: a review. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 45, n. 1-4, p. 251-267, 1991. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0378-1127\(91\)90221-G](http://dx.doi.org/10.1016/0378-1127(91)90221-G)>.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology.** Berlin: Springer-Verlag, 1975. 252 p.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems.** Wallingford: CAB International, 1996. p. 3-36.

LIMA, F. C. **Potencial forrageiro do Bordão-de-Velho (*Samanea saman* Jacq.) para uso de em sistemas silvilpastoril.** 2000. f. 86. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2000.

MACEDO, M. C. M. Análise comparativa de recomendações de adubação em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 2004. p. 317-355.

MAY, P. H. **Palmeiras em chamas:** transformação agrária e justiça social na zona do babaçu. São Luís. EMAPA/FINEP/Fundação Ford, 1990. 240 p.

MEIRELLES, P. R. L.; MOCHIUTTI, S. Avaliação do potencial de variedades de cana-de-açúcar no Amapá. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. 1 CD-ROM.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, Gaithersburg, v.85, p. 1217-1240, 2002.

MITJA, D. & FERRAZ, I. Establishment of babassu in pastures in Pará, Brazil. **Palms**, v.45, n.3, p.138-147, 2001.

MONTAGNINI, F. **Sistemas agroflorestais**: princípios y aplicaciones en los trópicos. 2. ed. San José: Organización para Estudios Tropicales, 1992, 622 p.

MUNIZ, F. H. A vegetação da região de transição entre a Amazônia e o Nordeste, diversidade e estrutura. In: MOURA, E.G. de (Coord.). **Agroambientes de transição entre o tópico úmido e semi-árido do Brasil**: atributos, alterações, uso na produção familiar. São Luís: UEMA, 2004. p. 53-69.

MONTEITH, J. L. Light distribution and photosynthesis in field crops. **Annals of Botany**, London, v.29, n.113, p.17-37, 1965.

MOTA, J. W. S.; DA MATTA, F. M.; BARROS, R. S.; MAESTRI, M. Vegetative growth in *Coffea arabica* L. as affected by irrigation, daylength and fruiting. **Tropical Ecology**, v. 38, n. 1, p. 73-79, 1997.

MOURA, E. G. Agroambientes de transição avaliados numa perspectiva da agricultura familiar entre a Amazônia e o Nordeste, diversidade e estrutura. In:\_\_\_\_\_. **Agroambientes de transição entre o tópico úmido e semi-árido do Brasil**: atributos, alterações, uso na produção familiar. São Luís: UEMA, 2004. p.15-51.

MÜLLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 1989. 262 p.

NASCIMENTO JÚNIOR, D. do. Ecosistema de pastagem cultivadas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 271-296.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 06457: Preparação de amostras de solo para ensaio normal de compactação e ensaio de caracterização. Rio de Janeiro, 1984.

NUNES, S. G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M. I. O.; **Comissão da cultivar Marandu**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1985. 31 p. Documento 21.

OBISPO, N. E.; ESPINOZA, Y.; GIL, J. L.; Ovalles, F.; Rodríguez, F. M. Efecto del sombreado sobre la producción y calidad del pasto guinea (*Panicum maximum*) en un sistema silvopastoril. **Zootecnia Tropical**, Maracay, v. 26, n. 3, p. 285-288, 2008.

OLIVEIRA, T. K. **Sistemas agrossilvipastoril com eucalipto e braquiária sob arranjos estruturais em áreas de Cerrado**. 2005. 150 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

OLIVEIRA, M. E.; LEITE, L. L.; FRANCO, A. C.; CASTRO, L. H. R. Árvores isoladas de duas espécies nativas em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf no cerrado. **PasturasTropicales**, Cali, v.27, n.1, p.51-56, 2005.

OLIVEIRA, W.; RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; AVILA, S. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 19, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-63512009000100003>>.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B. de; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-

braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 573-579, 2007.

PEREIRA, J. M.; REZENDE, C. P. Sistemas silvipastoris: fundamentos agroecológicos e estado de arte no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13. , 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 199-219.

PETRY, C. **Adaptação de cultivares de soja a deficiência hídrica no solo**. 1995. 106 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1991.

PIMENTEL, C.; ROSSIELO, R. O. P. Entendimento sobre relações hídricas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ESTRESSE AMBIENTAL: O MILHO EM PERSPECTIVA, 1995, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: EMBRAPA/CNPMS, 1995. v.1. p. 131-146.

PORFÍRIO DA SILVA, V.; MAZUCHOWSKI, J. Z. **Sistema silvipastoris**: paradigma dos pecuaristas para agregação de renda. Curitiba: EMATER, 1999. 52 p. (Informação Técnica, 50)

PORTO, M. J. F. **Estudo preliminar de dispositivo de quebra e caracterização dos parâmetros físicos do coco babaçu**. 2004. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

PRIMAVESI, A. En Brasil, optimizando las interacciones entre el clima, el suelo, los pastizales y el ganado. **Revista Leisa Junio**, v. 18, n. 2, p. 15-16, 2002.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285 p.

REIS, A. R. **Qualidade de capins tropicais**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2009. 87p.

RENVOIZE, S. A.; CLAYTON, W. D.; KABUYE, C. H. S. Morphology, taxonomy, and natural distribution of *Brachiaria* (Ed.) Griseb. In: MILES, J. W.; MAASS, B. L.; VALLE, C. B. do. ***Brachiaria*: biology, agronomy, and improvement**. Cali: CIAT, 1996. p. 1-15.

RENVOIZE, S. A.; CLAYTON, W. D.; KABUYE, C. H. S. Morfología, taxonomía y distribución natural de *Brachiaria* (Trin.) Griseb. In: MILES, J. W.; MAASS, B. L.; VALLE, C. B. (Ed.). ***Brachiaria*: biología, agronomía y mejoramiento**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1998. p. 1-17.

RIBASKI, J. **Influência da algaroba (*Prosopis juliflora*(SW) DC) sobre a disponibilidade e qualidade da forragem de capim-búfel (*Cenchrus ciliaris*) na região semi-árida brasileira**. 2000. 165 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

RIESCO, A; ARA, M. **Perspectivas de la integración de sistemas agrosilvopastoriles**. Lima Peru:1994.

SCHROTH, G.; LEHMANN, J.; RODRIGUES, M. R. L; BARROS, E.; MACÊDO, J.L.V. Plant-soil interactions in multistrata agroforestry in the humid tropics. ***Agroforestry Systems***, Dordrecht, 2001, v. 53, p. 85-102.

SERRÃO, E. A. S.; HOMMA, A. K. O. **Agriculture in the Amazon**: the question of sustainability. Washington: Committee for Agriculture and Environment in the Humid Tropics, 1991. 100 p.

SHETTY, S. V. R. Approaches to integrated weed management in maize and sorghum in tropical and sub-tropical areas. In: ASIAN PACIFIC WEED SCIENCE SOCIETY CONFERENCE, 7., 1979, Sydney. **Proceedings...** Bathurst: Australian Weed Science Societies for Asian, 1979. p.87-93.

SILVA, M. R. da. **Distribuição do babaçu e sua relação com os fatores geoambientais na bacia do Rio Cocal, estado do Tocantins**. 2008. 91 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

SIMON, L. Utilización de árboles leguminosos em cercas vivas y em pastoreo. In: SEMINARIO INTERNACIONAL. MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2., 1996, Santafé de Bogotá. **Anais...** Santafé de Bogotá: CONIF, 1996. p. 31-42.

SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; VARELLA, A.C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 3 p. 443-451, 2009.

SOARES FILHO, C. V. Recomendações de espécies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1994. p. 25-48.

SOUSA, L. F.; MAURÍCIO, R. M.; GONÇALVES, L. C; SALIBA, E.O.S; MOREIRA, G.R. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. marandu em um sistema silvipastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 4, p. 1029-1037, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352007000400032>>.

SOUZA FILHO, A. P. S. **Potencialidades alelopáticas envolvendo gramíneas e leguminosas forrageiras e plantas invasoras de pastagens**. 1995. 137 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.

TIESZEM, L. L. Photosynthetic systems: implications for agroforestry. In: HUXLEY, P.A. (Ed.). **Plant research and forestry**, Nairobi: ICRAF, 1993. p. 323.

VALÉRIO, J. R.; KOLLER, W. W. **Proposição para o manejo integrado das cigarrinhas-das-pastagens**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1995. 37 p. (Documentos, 52).

VALLE, C. B. do; EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M. Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2000. p. 65-108.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 1985. 202 p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VEIGA, J. B.; SERRÃO, E. A. S. Sistemas silvipastoris e produção animal nos trópicos úmidos: a experiência da Amazônia brasileira. In: PEIXOTO, A. M. (Ed.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 495-531 (Atualização em Zootecnia, 10).

VEIGA, J. B.; ALVES, C. P.; MARQUES, L. C. V.; VEIGA D. F. da. Sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, 2001. 414 p.

ZIMMER, A. H.; EUCLIDES, V. P. B.; EUCLIDES FILHO, K.; MACEDO, M. C. M. **Considerações sobre índices de produtividade da pecuária de corte em Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1998. 53 p.



ZYLBERSZTAJN, D.; MARQUES, C. A. S.; NASSAR, A. M.; PINHEIRO, C. M.; MARTINELLI, D. P.; ADEODATO S. NETO, J.; MARINO, M. K.; NUNES, R. **Reorganização do agronegócio do babaçu no Estado do Maranhão**. São Paulo: Grupo Pensa - USP, 2000. 120 p.

WILSON, J. R. Influence of planting four tree species on the yield and soil water status of green panic pasture in subhumid South-East Queensland. **Tropical Grassland**, Brisbane, v. 32, p. 209-220, 1998.

WILSON, J. R.; WILD, D. W. M. Improvement of nitrogen nutrition and grass growth under shading. In: SHELTON, H. M.; STÜR, W. W. (Ed.). **Forages for plantation crops**. Bali, Canberra: ACIAR, 1991. p.77-82.

WILSON, J. R.; HILL, K.; CAMERON, D. M.; SHELTON, H.M. The growth of *Paspalum notatum* under a shade of a *Eucalyptus grandis* plantation canopy or in full sun. **Tropical Grassland**, Brisbane, v. 24, p. 24-28, 1990.

## VII. IMPLICAÇÕES

Entende-se que as implicações deste estudo é um intento de possibilitar a realização de novas pesquisas a respeito do sombreamento natural de pastagens com babaçu.

Estudos que abordem profundamente a essência de seus conceitos são capazes de revelar para o setor produtivo e a sociedade a necessidade de uso dos sistemas silvipastoris e seu potencial transformador no âmbito da sustentabilidade dos sistemas de produção.

Quando se toma como base o mérito central dos estudos da produção animal a pasto nos trópicos, necessita-se da formação da consciência ou processo de humanização propriamente dito através da multidisciplinaridade. É impossível excluir a contribuição de cada área deste processo, onde os usuários e tomadores de decisões possam ter acesso ao conhecimento para tomada de decisão, seja em situações promissoras ou desastrosas para si e para a população.

Existe uma lacuna de conhecimento científico sobre o babaçu e a sua resiliência como cultura solteira ou consorciada. A lacuna de conhecimento sobre o babaçu ainda deve demorar décadas para ser preenchida, principalmente em função do seu longo ciclo vegetativo.

Grande parte dos estudos realizados até então, se preocupam exclusivamente com o coco, e não com sua função agrosilvopastoril. A história está cheia de casos de extrativismo que ao longo do tempo foram suplantados por culturas domesticadas que levaram as áreas de origem a falência econômica e ao caos social, como exemplos podemos citar: borracha (*Hevea brasiliensis*), dendê (*Elaeis guineensis*), jaborandi *Pilocarpus jaborandi* Holmes) e erva mate (*Ilex paraguariensis*).

Os pesquisadores devem direcionar seus esforços afim de que soluções respaldadas no conhecimento possam nortear o caminho a ser seguindo na solução de problemas da sociedade, como é o caso do babaçu onde um milhão de pessoas dependem da palmeira e vivem em condições rudimentares.

Finalmente, pode-se afirmar que esta pesquisa atingiu seus objetivos como também servirá de base para novos estudos conforme sugerido a seguir:

- Efeito da altura da palmeira sobre a produção forrageira e o desempenho animal.
- Efeito da coleta de coco sobre a emergência e infestação de palmeiras novas.
- Maximização da produção pecuária e do coco de babaçu.
- Resposta do consórcio a correção de solo e adubação.
- Avaliação de germoplasmas adaptadas à região.
- Efeito do babaçu sobre o desempenho animal.
- Interferências climáticas e crédito de carbono.
- Estoque de carbono e emissão de CO<sub>2</sub>.
- Uso de babaçu em aleias ou faixas.