

Viabilidade financeira da produção de geleia real com abelhas africanizadas suplementadas com diferentes nutrientes

Maria Josiane Sereia¹, Vagner de Alencar Arnaut de Toledo^{2*}, Maria Cláudia Colla Ruvoletto-Takasusuki³, Elizabete Satsuki Sekine¹, Patrícia Faquinello⁴ e Fabiana Martins Costa Maia⁵

¹Coordenação de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil. ²Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

³Departamento de Biologia Celular e Genética, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. ⁴Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, Brasil. ⁵Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

*Autor para correspondência. E-mail: vagner_abelha@yahoo.co.uk

RESUMO. O objetivo foi avaliar a viabilidade financeira do fornecimento de cinco suplementos elaborados com diferentes fontes de óleo e proteína para abelhas africanizadas submetidas à produção de geleia real. Foi verificado se os investimentos com a suplementação das colônias proporcionam rentabilidade aos apicultores, a fim de proporcionar opções lucrativas para diversificação dos produtos apícolas. Para avaliar os cinco suplementos, realizaram-se dois ensaios experimentais. Em cada ensaio, 20 recrias foram divididas aleatoriamente em quatro tratamentos. Foram realizadas 15 observações por recria. No ensaio I, os tratamentos foram: óleo de linhaça mais óleo de palma, óleo de linhaça, óleo de palma e controle sem suplementação. No ensaio II, proteína isolada de soja mais levedo de cerveja, proteína isolada de soja, levedo de cerveja e controle sem suplementação. Foram determinados os seguintes indicadores financeiros de produção: receita operacional líquida, custo total, lucro e relação benefício-custo. Suplementos elaborados com mistura de óleos de linhaça mais óleo de palma e proteína isolada de soja mais levedo de cerveja produziram uma relação entre o lucro obtido e o valor calculado dos custos indiretos de produção de 2,58 e 2,50, respectivamente, diferindo do controle ($p < 0,05$), indicando que o fornecimento destes suplementos é viável e garante benefícios financeiros superiores na produção de geleia real quando comparados com os demais tratamentos e o controle sem suplementação.

Palavras-chave: *Apis mellifera*, custo de produção, rentabilidade, suplementação.

ABSTRACT. Financial viability in royal jelly production with Africanized honey bees supplemented with different nutrients. This study was carried out to evaluate the financial viability of five supplements made with different sources of oil and protein, to be given to Africanized honeybees for royal jelly production. The study verified whether the investments with colony supplementation give financial returns to beekeepers, increasing profits for the diversification of bee products. In order to evaluate the five supplements, two experimental assays were performed. In each, 20 colonies were distributed randomly in four treatments, with 15 replications per colony. In assay I, the treatments were: linseed oil plus palm oil supplement, linseed oil, palm oil, and control without supplementation. In assay II, isolated soy protein plus brewer's yeast, isolated soy protein, brewer's yeast, and control without supplementation were evaluated. The following production financial indicators were determined: net operating income, total cost, profit and benefit-cost ratio. Supplements made with mixtures of linseed oil plus palm oil and isolated soy protein plus beer yeast showed ratios between the obtained profit and the calculated values for indirect production costs of 2.58 and 2.50, respectively, differing from the control ($p < 0.05$), which indicates it is economically viable to supplement Africanized honey bees in royal jelly production when compared to other treatments and control without supplementation.

Key words: *Apis mellifera*, production cost, profitability, supplementation.

Introdução

Entre os países com potencial para obtenção de grande quantidade de produtos apícolas destaca-se o Brasil, que apresenta características climáticas favoráveis, ampla e variada vegetação silvestre e abelhas africanizadas.

Essas abelhas possuem alta rusticidade e forte potencial para a produção de mel, pólen, cera, própolis, apitoxina e geleia real (SANGUINO et al., 2007).

A geleia real não é considerada um produto da apicultura convencional no Brasil. Uma das alternativas para diversificar e expandir o setor

apícola seria incentivar a produção de geleia real, especialmente nos períodos de escassez de pasto apícola, por meio da suplementação das colônias (PORTELA; GALLEGU, 1999).

Diferente do mel e do pólen, elaborados a partir de recursos florais, a produção de geleia real está associada a importantes componentes genéticos, ambientais internos e externos e, portanto, ao manejo das colmeias (NOGUEIRA-COUTO; COUTO, 2006). Para evitar prejuízos decorrentes de abandonos das colônias durante o período de escassez de pasto apícola e, conseqüentemente, atrasos na produção, é necessária a complementação dos recursos naturais com suplementos (PEREIRA et al., 2006; COELHO et al., 2008).

Por apresentar composição química rica em vitaminas, ácidos orgânicos essenciais, elementos ativos proteicos e hormônios esteroides, a geleia real é capaz de proporcionar inúmeros benefícios funcionais à saúde humana. Essas características têm despertado cada vez mais o interesse dos consumidores em adquirir este produto, o que torna esta atividade uma opção altamente atrativa (VANTOOR; LITTLEJOHN, 1994).

A geleia real é secretada em pequena quantidade pelas glândulas hipofaríngeas e mandibulares para alimentar as larvas de abelhas operárias e de zangão até o terceiro dia de vida e alimentação da rainha durante toda a vida larvária e adulta (HAYDAK, 1970). Para sua síntese, as abelhas exigem carboidratos, vitaminas, ácidos graxos, minerais, aminoácidos essenciais, os quais são obtidos em condições naturais mediante a coleta de néctar e pólen (HERBERT JR., 1997).

De maneira geral, as pesquisas no Brasil concentram-se, sobretudo, em aspectos técnicos e biológicos, havendo a necessidade de se promover avaliações financeiras dos sistemas que se pretende implantar. A profissionalização dos apicultores para a aplicação de técnicas adequadas às abelhas africanizadas levará ao crescimento e à expansão da apicultura brasileira tornando-a competitiva para esta atividade.

Assim, o presente artigo é resultado de um estudo financeiro da produção de geleia real com abelhas africanizadas, suplementadas em sistema de recrias, uma vez que existe a necessidade de oferecer aos apicultores métodos mais lucrativos de produção de geleia real que assegurem, além da diversificação da produção, ampliação de renda anual e crescimento do mercado nacional deste produto.

Material e métodos

Preparo das colmeias recrias

As recrias foram constituídas com dois ninhos modelo Langstroth sobrepostos, separados por uma tela excludora horizontal de rainha. O ninho inferior ficou com dez caixilhos e o superior com nove, distribuídos para manter um espaço central para produção de geleia real e sem acesso direto ao ambiente exterior.

No ninho superior, os caixilhos eram mantidos intercalados, com cria operculada, aberta e mel. O caixilho de transferência, mantido em posição central, possuía três sarrafos transversais removíveis, para fixação de cem cúpulas amarelas de acrílico, sendo 33 localizadas no sarrafo superior, 33 no do meio e 34 no sarrafo inferior.

A substituição dos favos de cria ocorreu a cada dez dias, aproximadamente, quando já havia nascido a maioria das operárias. Este manejo consistiu no remanejamento de quatro a cinco favos com cria do ninho inferior para o superior, para manter neste uma boa quantidade de nutrízes destinadas ao cuidado e à alimentação das larvas transferidas e espaço no núcleo inferior para que a rainha realizasse a postura. Esse processo se estendeu até o fim da coleta de dados.

Para avaliar os seis suplementos, realizaram-se dois ensaios experimentais. O primeiro entre dezembro de 2007 a fevereiro de 2008 e o segundo de março a maio de 2008. A origem genética das abelhas rainhas não foi levada em consideração, no entanto, todas as rainhas tinham a mesma idade, eram recém-fecundadas e visualmente apresentavam um padrão de postura homogêneo e semelhante.

Em cada ensaio, 20 recrias foram divididas aleatoriamente em quatro tratamentos. Nas recrias-controle as abelhas não foram suplementadas. Foram realizadas 15 observações por recria. A unidade experimental foi representada por uma recria.

Preparo dos suplementos

Os suplementos foram elaborados utilizando dois ingredientes proteicos (proteína isolada de soja e levedo de cerveja), dois energéticos (açúcar e mel) e dois lipídicos (óleo de linhaça e palma). Para seleção das fontes foi considerado: valor energético, composição de ácidos graxos essenciais (DeGROOT, 1953), teor de proteína bruta, vitaminas e sais minerais (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química dos ingredientes selecionados para elaboração dos suplementos.

Composição química	Unidade 100 g	Ingredientes Selecionados								
		Proteína isolada soja	Óleo Linhaça	Óleo Palma	Levedo Cerveja	Açúcar	Mel	Pólen	Lecitina de soja	Núcleo Vitaminas
Água	g	4,20	0,00	0,00	8,90	0,03	17,10	16,80	0,00	0,00
Calorias	kcal	350,00	900,00	900,00	269,00	387,00	304,00	405,00	850,00	0,00
Carboidratos	g	0,00	0,00	0,00	30,40	99,90	82,40	35,00	0,20	0,00
Fibra total	g	0,00	2,40	0,00	0,00	0,00	0,20	1,10	0,00	0,00
Minerais	g	5,70	0,00	0,00	7,40	0,00	0,60	2,60	0,00	0,00
Cálcio	mg	200,00	0,00	0,00	232,00	1,00	6,00	260,00	10,00	0,00
Fósforo	mg	674,00	0,00	0,00	1.597,00	0,00	4,00	430,00	36,00	0,00
Sódio	mg	1.000,00	0,00	0,00	605,00	0,00	4,00	200,00	0,00	0,00
Tiamina (B1)	mg	0,30	0,00	0,00	17,60	0,00	0,01	800,00	12,00	22,30
Riboflavina (B2)	mg	0,30	0,00	0,00	6,60	0,02	0,04	1.920,00	4,00	160,00
Niacina (B3)	mg	0,40	0,00	0,00	34,60	0,00	0,12	20,00	25,00	980,00
Ácido Pantotênico	mg	4,20	0,00	0,00	11,30	0,00	0,07	2600,00	0,00	323,40
Piridoxina (B6)	mg	0,80	0,00	0,00	1,60	0,00	0,02	380,00	0,00	81,70
Cianocobalamina (B12)	mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	500,00	0,00	0,80
Ácido fólico	mg	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.850,00	0,00	8,00
Biotina	mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00	1,60
Vitamina A	mg	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	590,00	0,40	70,00
Vitamina E	mg	10,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	240,00	400,00
Lípidos totais	g	0,00	100,00	100,00	1,40	0,00	0,00	6,20	40,00	0,00
Ácido Palmítico (C16:0)	g	0,00	0,00	43,50	44,90	0,00	0,00	28,70	11,70	0,00
Ácido Oleico (C18:1)	g	0,00	27,00	36,60	33,90	0,00	0,00	2,90	18,00	0,00
Ácido Linoleico (C18:2)	g	0,00	16,00	9,10	5,10	0,00	0,00	5,40	0,00	0,00
Ácido Linolênico C18:3	g	0,00	57,00	0,20	0,60	0,00	0,00	49,50	0,00	0,00
Proteína Bruta	g	90,00	0,00	0,00	49,00	0,00	0,30	26,20	0,00	0,00

Fonte: USDA (2006).

Desta forma, os suplementos elaborados com mistura de óleos de linhaça mais óleo de palma e proteína isolada de soja mais levedo de cerveja (SLiPa PiLc⁻¹), suplemento óleo de linhaça (SLi), suplemento óleo de palma (SPa), suplemento proteína isolada de soja (SPi), suplemento levedo de cerveja (SLc) apresentaram em sua composição quantidades iguais de mel, açúcar, pólen, lecitina de soja, núcleo vitamínico, aroma de baunilha e ácido ascórbico e quantidades variáveis das fontes de óleos e proteínas (Tabela 2).

Para atender as exigências nutricionais das abelhas, a quantidade de cada ingrediente para elaboração dos suplementos foi definida, em função da composição química do pólen coletado (KELLER et al., 2005) e da composição química calculada dos ingredientes selecionados (Tabela 3) considerando que, dentro da colônia, os suplementos seriam

metabolizados juntamente com o néctar e secretado na forma de geleia real.

Produção de geleia real

Para produção de geleia real foi utilizado o método modificado de Doolittle (1899) que consiste em transferir larvas de sua célula de origem para cúpulas comerciais de acrílico. Os quadros porta-cúpulas foram introduzidos nas recrias, 24 a 48h antes da transferência, para ficar com o mesmo cheiro da colônia e encerramento das cúpulas. As larvas destinadas à transferência foram selecionadas de favos de crias provenientes das colônias fornecedoras de larvas e tinham menos de 36h. Este controle foi possível porque os favos vazios foram colocados nestas colônias entre quatro e quatro dias e meio do início do experimento.

Tabela 2. Quantidade dos ingredientes em 100 g dos suplementos elaborados com mistura de óleo de linhaça mais óleo de palma e proteína isolada de soja mais levedo de cerveja (SLiPa PiLc⁻¹), suplemento óleo de linhaça (SLi), suplemento óleo de palma (SPa), suplemento proteína isolada de soja (SPi), suplemento levedo de cerveja (SLc) e controles (C I e C II), fornecidos às colônias de abelhas africanizadas submetidas à produção de geleia real nos ensaios I e II.

Ingredientes (g 100 g ⁻¹)									
Ensaio I									
Tratamentos	Proteína isolada de soja	Óleos (g)		Levedo Cerveja	Açúcar	Mel	Pólen	Lecitina de soja	Núcleo de vitaminas
SLiPa PiLc ⁻¹	17,5	4,0	4,0	17,5	40,9	10,0	5,0	1,0	0,1
SLi	17,5	8,0	-	17,5	40,9	10,0	5,0	1,0	0,1
SPa	17,5	-	8,0	17,5	40,9	10,0	5,0	1,0	0,1
Controle (C I)	-	-	-	-	50,0	-	-	-	-
Ensaio II									
SLiPa PiLc ⁻¹	17,5	4,0	4,0	17,5	40,9	10,0	5,0	1,0	0,1
SPi	35,0	4,0	4,0	0,0	40,9	10,0	5,0	1,0	0,1
SLc	-	4,0	4,0	35,0	40,9	10,0	5,0	1,0	0,1
Controle (C II)	-	-	-	-	50,0	-	-	-	-

Tabela 3. Composição química calculada dos suplementos elaborados com mistura de óleo de linhaça mais óleo de palma e proteína isolada de soja mais levedo de cerveja (SLiPa PiLc⁻¹), suplemento óleo de linhaça (SLi), suplemento óleo de palma (SPa), suplemento proteína isolada (SPi), suplemento levedo de cerveja (SLc) fornecidos às colônias de abelhas africanizadas submetidas à produção de geleia real.

Composição química	Unidade 100 g	Suplementos				
		SLiPa PiLc ⁻¹	SLi	SPa	SPi	SLc
Água	g	4,9	4,9	4,9	4,0	5,7
Calorias	kcal	397,8	397,8	397,8	411,9	383,6
Carboidratos	g	56,2	56,2	56,2	50,9	61,5
Fibra total	g	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2
Minerais	g	2,5	2,5	2,5	2,2	2,8
Cálcio	mg	89,7	89,7	89,7	84,1	95,3
Fósforo	mg	419,7	419,7	419,7	258,2	581,2
Sódio	mg	291,3	291,3	291,3	360,4	222,2
Tiamina (B1)	mg	43,3	43,3	43,3	40,2	46,3
Riboflavina (B2)	mg	97,4	97,4	97,4	96,3	98,5
Niacina (B3)	mg	8,4	8,4	8,4	2,4	14,4
Ácido Pantotênico	mg	133,0	133,0	133,0	131,8	134,3
Piridoxina (B6)	mg	19,5	19,5	19,5	19,4	19,6
Cianocobalamina (B12)	mg	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Ácido fólico	mg	92,5	92,5	92,5	92,6	92,5
Biotina	mg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vitamina A	mg	29,7	29,7	29,7	29,9	29,6
Vitamina E	mg	5,7	5,7	5,7	7,6	3,8
Lípídeos totais	g	9,0	9,0	9,0	8,7	9,2
Ácido Palmítico (C16:0)	g	11,1	9,4	12,9	3,3	19,0
Ácido Oleico (C18:1)	g	8,8	8,4	9,2	2,9	14,7
Ácido Linoleico (C18:2)	g	2,2	2,4	1,9	1,3	3,1
Ácido Linolênico (18:3)	g	4,9	7,1	2,6	4,8	5,0
Proteína Bruta	g	25,7	25,7	25,7	32,8	18,5

Fonte: USDA (2006).

No momento da transferência, uma gota de geleia real diluída em água destilada (1:1) foi colocada em cada cúpula e a larva foi transferida com auxílio de um estilete metálico. Durante a transferência, a temperatura do laboratório foi controlada a $34 \pm 2^\circ\text{C}$ e a umidade a $60 \pm 3\%$. Após, os sarrafos foram cuidadosamente devolvidos às recrias.

A coleta da geleia real foi realizada 62 a 68h após a transferência, com um sistema de sucção a vácuo produzido por um motor elétrico. A geleia real foi estocada em freezer em temperaturas inferiores a -18°C .

Consumo de suplemento

A cada transferência, 75 g de suplemento fresco foram fornecidos no interior das recrias pelo alvado. A cada transferência, independente do tratamento, todas as recrias foram suplementadas com 900 mL de xarope de açúcar e água (1:1). Os dados de consumo foram calculados com base nas somas das quantidades fornecidas a cada transferência realizada.

Análise financeira

Para avaliar os resultados desta pesquisa foram usados os seguintes indicadores financeiros: receita operacional líquida (RL), custo total (CT), lucro (L) e relação benefício-custo (RB/C) segundo Vianello e Simões (2002) e Santana (2005). O método utilizado para confecção do orçamento para cada suplemento

seguuiu os propostos por Hoffmann et al. (1986) e Noronha (1987).

A quantidade média de produção de geleia real obtida por tratamento foi expressa em gramas por colheita. A receita operacional bruta foi ajustada para o cálculo da receita operacional líquida, por meio de um abatimento de 10% da produção média final obtida, para descontar a diferença entre o rendimento experimental e o de um apicultor que poderia realizar esse tratamento em seu apiário (CIMMYT, 1988).

A RL foi calculada de acordo com o valor de venda da produção ajustada, multiplicando-se a média de produção de cada tratamento pelo preço que o apicultor poderia receber pelo produto ao vendê-lo. O preço de venda no varejo da geleia real foi fixado em R\$ 1,00 g⁻¹, tomados dos preços de venda praticados no mercado local e adjacências, o que corresponde a US\$ 0,55 em julho de 2009. Assim, o montante a ser recebido pelos apicultores refere-se ao valor da produção comercializada nesses locais.

Para determinação dos CT, que representa os gastos com despesas relacionadas indiretamente à produção, coletaram-se dados referentes aos coeficientes técnicos de produção, como gastos com a compra de insumos utilizados para a elaboração dos suplementos e de mão-de-obra.

A quantidade de ingredientes foi calculada considerando o consumo de 75 g recria⁻¹ transferência⁻¹, totalizando 375 g por tratamento. Os

custos com a suplementação foram expressos em Reais (R\$) por colheita.

Os valores movimentados com pagamento de mão-de-obra de duas pessoas durante 8h semanais ao fazer o trabalho, que incluiu as tarefas relacionadas com a coleta da geleia real e transferência de larvas foram calculados com base no valor do salário mínimo igual a R\$ 465,00, segundo dados fornecidos pela Agência da Previdência Social no mês de março de 2009 (APS, 2009). Não foi considerada a variação de preços no período experimental.

A margem de contribuição foi calculada subtraindo-se da RL dos CT e representou o lucro alcançado expresso em reais (R\$). A atividade financeira é desejável se a diferença entre as receitas operacionais líquidas e os custos indiretos de produção for positiva, em consequência da venda da geleia real (em peso médio) produzida em cada tratamento, por colheita realizada (SANTANA, 2005).

A RB/C consistiu em determinar a relação entre o lucro obtido e o valor calculado dos custos indiretos de produção para cada tratamento. Assim, o suplemento foi considerado viável, financeiramente, quanto maior fosse esse valor. Este valor indica quantas unidades de capital investido em suplemento foi convertido em ganho de geleia real.

Com a determinação dos rendimentos médios dos tratamentos, calculados pela relação entre a quantidade de suplemento consumido (g) e a produção de geleia real (g) que variam em termos de custo e benefício líquidos, foi elaborado um orçamento de dados parciais.

Análises estatísticas

As análises estatísticas foram processadas utilizando o software Statistical Analysis System (SAS, 2008). Os dados dos efeitos dos tratamentos sobre a produção total (g), produção por tratamento (g) e relação consumo produção⁻¹ (g g⁻¹) de geleia real por tratamento estudado, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Consumo de suplemento e relação consumo produção⁻¹ da geleia real

A quantidade total de suplementos fornecidos e consumidos durante seis meses do período experimental foi de 5.625,00 g tratamento⁻¹, que corresponde a um consumo médio de 75 g de suplemento colônia⁻¹ transferência⁻¹.

A relação consumo produção⁻¹ de geleia real (g g⁻¹) por tratamento foi calculada dividindo-se os dados de

produção de geleia real (g) pelo consumo total de suplemento (g) durante o período experimental. Esta relação não apresentou correlação com o consumo de suplementos pelas recrias ($p > 0,05$). Isto significa que os suplementos, embora tenham sido consumidos igualmente, produziram diferentes efeitos na produção de geleia real (Tabela 4).

Neste estudo, as abelhas aceitaram os seis suplementos indistintamente, sem apresentar qualquer evidência de rejeição, não diferindo nas quantidades consumidas ($p > 0,05$). No entanto, o benefício nutricional expresso em termos de produção foi diferenciado para os grupos de abelhas tratadas.

Não foram registradas, durante o período experimental, sobras de suplementos em todos os tratamentos. A sobra está intimamente relacionada com características do suplemento oferecido. Schmidt (1984) sugere que a adição do pólen na composição dos suplementos contribui com fatores fago estimulantes e serve como atrativo estimulando seu consumo pelas abelhas.

Lehner (1983) observou que um nível de proteína entre 10 e 30% é bem aceito pelas abelhas.

Sob o ponto de vista tecnológico, a atratividade do alimento tem sido o grande obstáculo para obtenção de uma dieta substituta do pólen (CREMONEZ et al., 1998). Neste estudo, a minimização deste problema foi conseguida pela adição de 0,01% de ácido ascórbico com o objetivo de prevenir os riscos de oxidação dos lipídeos, ajustar o pH para próximo do pH do pólen e melhorar o sabor, tornando os suplementos ainda mais palatáveis e atrativos.

Segundo Lehner (1983), incluir mel no suplemento também aumenta o consumo. A adição de baunilha em suplementos pode torná-lo mais fago estimulante e palatável sendo indicado para aumentar seu consumo (FREITAS; ECHAZARRETA, 2001). A Tabela 4 apresenta a produção total e o rendimento de produção que representa a relação consumo produção⁻¹ de geleia real por tratamento, nos dois ensaios experimentais.

A produção total de geleia real diferiu ($p < 0,05$), entre os suplementos avaliados com produção menor no tratamento controle e maior nas colônias que receberam suplementos mistos, não sendo observadas diferenças significativas na produção total de geleia real para os demais tratamentos ($p > 0,05$).

As maiores produções e as melhores margens de lucro foram observadas nos tratamentos SLiPa PiLc⁻¹ e, devem-se às particularidades da composição química dos suplementos fornecidos (Tabela 3).

Tabela 4. Produção total de geleia real (g), média da produção (g) e relação consumo produção⁻¹ (g g⁻¹) da geleia real produzida por 20 recrias de abelhas africanizadas cada uma com cem cúpulas transferidas (n = 15) nos dois ensaios experimentais suplementadas com mistura de óleos de linhaça mais óleo de palma e proteína isolada de soja mais levedo de cerveja (SLiPa PiLc⁻¹), óleo de linhaça (SLi), óleo de palma (SPa), proteína isolada de soja (SPi), levedo de cerveja (SLc) e controles (C I e C II) nos ensaios I e II.

	Tratamentos							
	Ensaio I				Ensaio II			
	SLiPa PiLc ⁻¹	SLi	SPa	C I	SLiPa PiLc ⁻¹	SPi	SLc	C II
Produção total - g	847,20 A	698,20 B	630,00 B	476,60 C	876,10 A	720,70 B	708,70 B	521,20 C
Produção média - g	56,48 A	46,54 B	42,00 B	31,77 C	58,41 A	48,05 B	47,25 B	34,75 C
Consumo produção ⁻¹ (g g ⁻¹)	6,70 A	8,13 B	9,01 B	-	6,48 A	7,87 B	8,13 B	-

Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas (p < 0,05).

Garcia et al. (1989) avaliaram o efeito do fornecimento de farelo de trigo na produção de geleia real e não observaram diferenças estatísticas na produção de geleia real por colônia para o tratamento-controle (1,81 g) e suplementada (2,59 g). Muli et al. (2005), utilizando colônias de *Apis mellifera scutellata* e *Apis mellifera monticola*, com 30 cúpulas, tiveram uma produção de 6,90 e 7,30 g de geleia real colônia⁻¹, respectivamente, não diferindo significativamente. Toledo et al. (2010), comparando colônias que receberam uma ração elaborada com 35% de proteína; colônias que receberam suplemento proteico comercial com 35% de proteína bruta e colônias que não receberam ração proteica, não observaram diferença entre os tratamentos.

Neste estudo, foi observado que a suplementação proteica das colônias de abelhas africanizadas constitui fator limitante para uma produção rentável de geleia real, mais que a suplementação energética. Os resultados observados neste estudo demonstram que as abelhas exigem para produção de geleia real além de fontes energéticas (controle I e II), fontes de aminoácidos e ácidos graxos essenciais e a falta ou escassez de qualquer um deles resulta em queda na produção (SINGH; SINGH, 1996).

Comparando a produção do tratamento-controle com as obtidas nos tratamentos SLiPa PiLc⁻¹ nos dois ensaios experimentais ficou evidente que o principal obstáculo para a produção de geleia real foi a quantidade dos recursos florais disponíveis nas condições locais de realização deste estudo. Para os tratamentos SLiPa PiLc⁻¹, os valores de 847,20 e 876,10 g tratamento⁻¹, observados nos ensaios I e II, respectivamente, representaram incrementos de produção de 40,50 e 43,74% sobre os controles I e II, respectivamente. Essas observações corroboram com as afirmações realizadas por Crailsheim e Stolberg (1989) que afirmaram que se não houver disponibilidade de néctar, o fornecimento de suplemento beneficia a produção de geleia real. A relação consumo produção⁻¹ foi mais compensatório com o fornecimento dos suplementos SPi (7,87 g g⁻¹) e SLiPa PiLc⁻¹ (6,70 e 6,48 g g⁻¹). Os maiores valores da relação consumo produção⁻¹ foram observados nos tratamentos SPa (9,01 g g⁻¹) e SLi (8,13 g g⁻¹).

Lehner (1983) observou que suplementos com baixo teor de proteína são mais consumidos pelas

abelhas, provavelmente, em um esforço para compensar esta deficiência. Tal compensação também poderia ocorrer com relação à falta de determinados ácidos graxos nos suplementos SPa e SLi, possivelmente por terem sido elaborados com uma única fonte de óleo, e não atenderem às exigências nutricionais das abelhas. Lehner (1983) observou que suplementos com baixo teor de proteína são mais consumidos pelas abelhas, provavelmente, em um esforço para compensar esta deficiência. Tal compensação também poderia ocorrer com relação à falta de determinados ácidos graxos nos suplementos SPa e SLi, possivelmente por terem sido elaborados com uma única fonte de óleo, e não atenderem às exigências nutricionais das abelhas. Experimentos realizados por Manning e Harvey (2002) indicaram que a adição de ácidos graxos poli-insaturados em dietas elaboradas com pólen e farinhas favorece significativamente a aceitação e a produção de geleia real. Segundo Canavoso et al. (2001), os ácidos graxos poli-insaturados são componentes essenciais para dieta das abelhas.

Estes resultados permitem inferir que, por ter uma origem glandular, a produção de geleia real varia de acordo com a qualidade nutricional das fontes disponíveis. Portanto, um alimento por mais consumido que seja, nem sempre assegura uma correta nutrição e benefício real para as abelhas.

Análise financeira

A receita operacional líquida (RL) da produção de geleia real com suplementação alimentar foi analisada em relação ao lucro médio obtido por colheita. Estes valores representaram a entrada de R\$ 32,54; 30,81 e 24,18 para os tratamentos SLiPa PiLc⁻¹ e SLc, respectivamente. A receita líquida foi menor para o suplemento óleo de palma pela baixa produção obtida, enquanto que para os suplementos linhaça e proteína isolada de soja a causa foi o custo total de produção dos respectivos suplementos. Estes resultados apontam para a valorização da suplementação mista quanto para aumento da receita líquida. O alto preço da proteína isolada de soja foi a principal causa do aumento no custo do SPa, enquanto que o baixo valor do levedo de cerveja reduziu o custo do SLc. Estas diferenças resultaram em maior lucro para os suplementos SLiPa PiLc⁻¹ e SLc (Tabela 5).

Tabela 5. Estimativa parcial da receita operacional líquida (RL), custo total (CT), lucro (L) e relação benefício custo⁻¹ (RL/C) para produção de geleia real com suplementos elaborados com mistura de óleo de linhaça mais óleo de palma e proteína isolada de soja mais levedo de cerveja (SLiPa PiLc⁻¹), óleo de linhaça (SLi), óleo de palma (SPa), proteína isolada de soja (SPi), levedo de cerveja (SLc) e controles (C I e C II).

Resultados	Suplementos							
	Ensaio I				Ensaio II			
	SLiPa PiLc ⁻¹	SLi	SPa	C I	SLiPa PiLc ⁻¹	SPi	SLc	C II
Média de produção (g)	56,48	46,54	42,00	31,77	58,40	48,05	47,25	34,74
Ajuste a 10% (g)	51,35	42,31	38,18	28,88	53,09	43,68	42,95	31,50
RL (R\$)	51,35	42,31	38,18	28,88	53,09	43,68	42,95	31,50
Proteína de soja (R\$)	0,47	0,47	0,47	0,00	0,47	0,95	0,00	0,00
Levedo de cerveja (R\$)	0,09	0,09	0,09	0,00	0,09	0,09	0,18	0,00
Óleo de linhaça (R\$)	0,14	0,29	0,00	0,00	0,14	0,14	0,14	0,00
Óleo de palma (R\$)	0,02	0,00	0,04	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00
Pólen (R\$)	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,00
Mel (R\$)	0,04	0,04	0,04	0,00	0,04	0,04	0,04	0,00
Açúcar (R\$)	0,05	0,05	0,05	0,00	0,05	0,05	0,05	0,00
Premix (R\$)	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00
Custo 375 g (R\$)	3,98	4,44	3,51	0,00	3,98	5,75	2,54	0,00
Mão-de-obra coleta ⁻¹ (R\$)	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50
CT (R\$)	20,55	21,14	19,96	15,51	20,55	22,80	18,73	15,51
L (R\$)	30,81	21,13	18,22	13,32	32,54	20,84	24,18	16,05
RB/C (R\$)	2,50	2,00	1,91	1,86	2,58	1,92	2,29	2,04

A relação benefício-custo (RB/C), que relacionou as receitas aos custos, constituiu em um indicador de eficiência econômica por apontar o retorno do investimento financeiro realizado. O seu valor que representa o ganho de mercado obtido a partir do capital investido (%) também variou em termos monetários (R\$). Comparando com o controle, no qual as abelhas receberam apenas suplementação energética (xarope de água e açúcar na proporção de 1:1), os melhores benefícios foram obtidos com os suplementos SLiPa PiLc⁻¹ (2,58 e 2,50) e SLc (2,29). Estes valores complementam os indicadores financeiros e permitem aos apicultores a escolha de uma suplementação lucrativa que possibilita a produção de geleia real em locais de baixo fluxo de néctar e pólen.

Todos os índices calculados foram maiores que 1 (um), indicando que o apicultor poderia obter lucro com o fornecimento de qualquer um dos suplementos. Contudo, os valores da RB/C para SLi, SPa e SPi apresentaram-se muito próximos aos valores obtidos no controle, indicando que o fornecimento destes suplementos é pouco compensatório. Segundo Santana (2005), o investimento é tanto mais viável quanto maior que 1 (um) for o valor observado.

Para o suplemento SLc, a RB/C de 2,29 indicou uma opção barata e compensatória de suplementação. Em relação aos insumos utilizados para elaboração dos suplementos, a proteína isolada de soja e o óleo de linhaça foram os ingredientes de maior peso na composição dos custos dos suplementos analisados. Em função disso, recomenda-se aos apicultores o investimento com a suplementação das colônias de abelhas africanizadas submetidas à produção de geleia real neste sistema de produção, tendo em vista que, atualmente, a

demanda por geleia real é muito superior à oferta e seria interessante a ampliação deste setor apícola.

De modo geral, os resultados obtidos são de uso prático podendo ser reproduzidos por apicultores que pretendem diversificar a produção apícola ou que possuem propriedades rurais localizadas próximas de canaviais, cultivos de monoculturas ou em locais onde a disponibilidade de néctar e pólen é baixa ou de pouca qualidade nutricional para abelhas africanizadas.

Conclusão

Os indicadores financeiros RL, L e RB/C auferidos pelos suplementos elaborados com mistura de óleos de linhaça mais óleo de palma e proteína isolada de soja mais levedo de cerveja são significativos e demonstram que o lucro obtido com a suplementação das recrias submetidas à produção de geleia real cobre com segurança o custo correspondente com a alimentação, portanto, recomenda-se a suplementação de abelhas africanizadas submetidas à produção de geleia real.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro. Processos n. 303345/2008-0 e 479329/2009-5.

Referências

- APS-Agência da Previdência Social. **Piso nacional de salário.** Salário mínimo de referência. Decreto-lei nº 2.351/87. Disponível em: <www.jusbrasil.com.br/topicos>. Acesso em: 8 jun. 2009.
- CANAVOSO, L. E.; JOUNI, Z. E.; KARNAS, K. J.; PENNINGTON, J. E.; WELLS, M. A. Fat metabolism in insects. **Annual Review of Nutrition**, v. 21, p. 23-46, 2001.

- CIMMYT-Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo. **La formulacion de recomendaciones a partir de datos agronómicos**: un manual metodológico de evaluación económica. México: CIMMYT, 1988.
- COELHO, M. S.; SILVA, J. H. V.; OLIVEIRA, E. R. A.; ARAÚJO, J. A.; LIMA, M. R. Alimentos convencionais e alternativos para abelhas. **Caatinga**, v. 21, n. 1, p. 1-9, 2008.
- CRAILSHEIM, K.; STOLBERG, E. Influence of diet, age and colony condition upon intestinal proteolytic activity and size of the hypopharyngeal glands in the honeybee (*Apis mellifera* L.). **Journal of Insect Physiology**, v. 35, n. 8, p. 595-602, 1989.
- CREMONEZ, T. M.; DE JONG, D.; BITONDI, M. M. G. Quantification of hemolymph proteins as a fast method for testing protein diets for honey bees (*Hymenoptera: Apidae*). **Journal of Economic Entomology**, v. 91, n. 6, p. 1284-1289, 1998.
- DeGROOT, A. P. Protein and amino acid requirements of the honey bee (*Apis mellifera* L.). **Physiologia Comparata et Oecologia**, v. 3, p. 197-285, 1953.
- DOOLITTLE, G. M. Mr. Doolittle's queen rearing methods. **American Bee Journal**, v. 39, n. 7, p. 435-436, 1899.
- FREITAS, J. C. A.; ECHAZARRETA, C. Fuentes de proteína para suplementos de las abejas. In: SEMINARIO AMERICANO DE APICULTURA, 15., 2001, Tepic, Nayarit. **Anais...** Tepic, Nayarit: Sociedade Mexicana de Apicultura, 2001. p. 48-53.
- GARCIA, R. C.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; MALERBO, D. T. Efeitos do fornecimento de farelo de trigo sobre o desenvolvimento da glândula hipofaríngea e produção de geleia real em colmeias de *Apis mellifera*. **Ciência Zootécnica**, v. 4, n. 1, p. 6-8, 1989.
- HAYDAK, M. H. Honey bee nutrition. **Annual Review of Entomology**, v. 15, p. 143-156, 1970.
- HERBERT JR., E. W. Honey bee nutrition. In: GRAHAM, J. M. (Ed.). **The hive and the honey bee**. Hamilton: Dadant and Sons, 1997. p. 197-233.
- HOFFMANN, R.; SERRANO, O.; MARZABEL, E. N.; THAME, M. C.; ENGLER, C. J. J. **Administração da empresa agrícola**. São Paulo: Pioneira, 1986.
- KELLER, I. P.; FLURI, P.; IMDORF, A. Pollen nutrition and colony development in honey bees: part I. **Bee World**, v. 86, n. 1, p. 3-10, 2005.
- LEHNER, Y. Nutritional considerations in choosing protein and carbohydrate sources for use in pollen substitutes for honeybees. **Journal of Apicultural Research**, v. 22, n. 4, p. 242-248, 1983.
- MANNING, R.; HARVEY, M. Fatty acids in honeybee-collected pollens from six endemic Western Australian eucalypts and the possible significance to the Western Australian beekeeping industry. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 42, p. 217-223, 2002.
- MULI, E. M.; RAINA, S. K.; MUEKE, J. M. Royal jelly production in East Africa: performance potential of the honey bees, *Apis mellifera scutellata* and *Apis mellifera monticola* in Kenya. **Journal of Apicultural Research**, v. 44, n. 4, p. 137-140, 2005.
- NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A. **Apicultura**: manejo e produtos. 3. ed. Jaboticabal: Funep, 2006.
- NORONHA, J. F. **Projetos agropecuários**: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica. Rio de Janeiro: Campus, 1987.
- PEREIRA, F. M.; FREITAS, B. M.; VIEIRA NETO, J. M.; LOPES, M. T. R.; BARBOSA, A. L.; CAMARGO, R. C. R. Desenvolvimento de colônias de abelhas com diferentes alimentos proteicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 1, p. 1-7, 2006.
- PORTELA, E. M. R.; GALLEGOS, J. C. S. **Alimentación de las abejas**: aplicación práctica de los fundamentos fisiológicos de la nutrición. España: Portada y gráficos, 1999.
- SANGUINO, A. C.; SANTANA, A. C.; HOMMA, A. K. O.; BARROS, P. L. C.; KATO, O. K.; AMIN, M. M. G. H. Análise econômica de investimentos em sistemas de produção agroflorestal no estado do Pará. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 47, n. 1, p. 23-47, 2007.
- SANTANA, A. C. **Elementos de economia, agronegócio e desenvolvimento local**. Belém: UFRA, 2005.
- SAS-Statistical Analysis System. **System for microsoft windows**. OnlineDoc® for Windows 9.2. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2008.
- SCHMIDT, J. O. Feeding preferences of *Apis mellifera* L. (*Hymenoptera: Apidae*): individual versus mixed pollen species. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 7, n. 2, p. 323-327, 1984.
- SINGH, R. P.; SINGH, P. N. Amino acid and lipid spectra of larvae of honey bee (*Apis cerana* Fabr.) feeding on mustard pollen. **Apidologie**, v. 27, n. 1, p. 21-28, 1996.
- TOLEDO, V. A. A.; NEVES, C. A.; ALVES, E. M.; OLIVEIRA, J. R.; RUVOLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; FAQUINELLO, P. Produção de geleia real em colônias de abelhas africanizadas considerando diferentes suplementos proteicos e a influência de fatores ambientais. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 1, p. 93-100, 2010. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/6836/6836>>. Acesso em: 10 fev. 2010.
- USDA-United States Department of Agriculture. **Nutrient Database for Standard Reference**. 2006. Disponível em: <<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>>. Acesso em: 12 jan. 2007.
- VANTOOR, R. F.; LITTLEJOHN, R. P. Evaluation of management techniques in production on royal jelly honey bees in New Zealand. **Journal of Apicultural Research**, v. 33, n. 3, p. 160-166, 1994.
- VIANELLO, S. M. P.; SIMÕES, M. C. Avaliação econômica de um sistema agroflorestal para implantação no município de Avaí no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 8, n. 32, p. 7-16, 2002.

Received on August 6, 2009.

Accepted on April 28, 2010.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright of Acta Scientiarum: Animal Sciences is the property of Universidade Estadual de Maringá and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.

Copyright of Acta Scientiarum: Animal Sciences is the property of Universidade Estadual de Maringá and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.