

ALTERNATIVAS DE SOMBREAMENTO PARA APIÁRIOS¹

Maria Teresa do Rêgo Lopes², Alessandra de Lima Barbosa³, José Maria Vieira Neto⁴, Fábيا de Mello Pereira², Ricardo Costa Rodrigues de Camargo², Valdenir Queiroz Ribeiro², Bruno de Almeida Souza²

ABSTRACT

ALTERNATIVE APIARIES SHADING

Beehives shading can be a strategy to minimize the heat stress suffered by bees in tropical regions such as the Northeastern Brazil. So, the objective of this study was to evaluate the influence of different beehives shading conditions on the development and quality of honey produced in *Apis mellifera* colonies. The experiment was carried out in an apiary owned by the Embrapa Meio-Norte, in Castelo do Piauí, Piauí State, Brazil. Bee colonies were placed under the shade provided by straw, polypropylene screen (80% shading), and trees, and under direct solar radiation, in a completely randomized design, with six replications. Data concerning beehives weight and breeding and feeding areas were analyzed by using the Kruskal-Wallis test. Honey samples collected from beehives were submitted to chemical analyses, in order to determine hydroxymethylfurfural (HMF), acidity, and diastase activities. It was observed that the artificial covers did not provide significant beneficial effects on the colonies development. Thermoregulation was impaired in the beehives kept under polypropylene screen and those directly exposed to the sun, in the dry season. The arboreal shading provided the faster development for the breeding area and the straw and arboreal shadings favored the maintenance of lower HMF levels in the honey.

KEY-WORDS: *Apis mellifera* L.; thermal environment; honeybee colonies; honey quality.

RESUMO

O sombreamento de colmeias pode ser uma forma de minimizar o estresse térmico sofrido pelas abelhas, em regiões tropicais como o Nordeste brasileiro. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do sombreamento proporcionado por diferentes coberturas, sobre o desenvolvimento e a qualidade do mel de colônias de *Apis mellifera*, em ensaio conduzido no apiário da Embrapa Meio-Norte, em Castelo do Piauí (PI). Foram instaladas colmeias sob coberturas de palha, tela sombrite (80% de sombreamento), árvores e em pleno sol, em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições. Os dados referentes à massa das colmeias e áreas com crias e alimento foram submetidos a análise de variância, pelo teste de Kruskal-Wallis. Amostras de mel das colmeias foram analisadas, quanto aos teores de hidroximetilfurfural (HMF), acidez e diastase. Verificou-se que as coberturas artificiais não proporcionaram efeitos benéficos significativos no desenvolvimento das colônias. A termorregulação foi prejudicada nas colmeias mantidas sob a cobertura de tela sombrite e naquelas expostas ao sol, no período de estiagem. O sombreamento arbóreo propiciou desenvolvimento mais rápido da área de cria e o sombreamento das coberturas construídas com palha e o arbóreo favoreceram a manutenção de níveis mais baixos de HMF no mel.

PALAVRAS-CHAVE: *Apis mellifera* L.; ambiente térmico; colônias de abelhas; qualidade do mel.

INTRODUÇÃO

Dentre os fatores que contribuem para a baixa produtividade e elevada taxa de abandono de colmeias, em regiões de clima quente, como o Nordeste brasileiro, destaca-se a falta de sombreamento nos apiários. Embora a maioria dos apicultores instale suas colmeias sob a sombra de árvores, a vegetação nativa do semiárido sofre intensa queda de folhas, no período de estiagem, deixando as colônias totalmente

à mercê dos fatores climáticos (Pereira et al. 2000, Pereira 2002).

A influência de fatores ambientais, como temperatura, umidade relativa do ar e insolação, sobre o desenvolvimento e o comportamento de colônias de abelhas, tem sido demonstrada em várias pesquisas (Kefuss & Nye 1970, Praagh 1975, Brandeburgo & Gonçalves 1989, Lorenzon et al. 2004, Almeida 2008). Entretanto, a maioria dos estudos tem sido conduzida em regiões onde as temperaturas baixas

1. Trabalho recebido em fev./2010 e aceito para publicação em jun./2011 (nº registro: PAT 8919).
2. Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, Brasil. E-mails: mteresa@cpamn.embrapa.br, fabia@cpamn.embrapa.br, ricardo@cpamn.embrapa.br, valdenir@cpamn.embrapa.br, bruno@cpamn.embrapa.br.
3. Escola Waldorf Veredas, Campinas, SP, Brasil. E-mail: alimabarbosa@uol.com.br.
4. Instituto Agroecológico Brasileiro, Teresina, PI, Brasil. E-mail: zemariavn@gmail.com.

são, frequentemente, o fator limitante, o que não se aplica à Região Nordeste, onde as condições climáticas são bastante diferenciadas.

As abelhas, como a maioria dos organismos, possuem uma faixa de tolerância ao calor menor para valores acima do ótimo do que para valores abaixo dele. Na área de cria do ninho, as temperaturas são mantidas em 30-35°C, faixa ótima para o desenvolvimento (Winston 2003). Temperaturas acima de 36°C, por longo tempo, podem afetar, severamente, a metamorfose da cria. Além disto, os favos de cera, quando repletos de mel, podem amolecer e quebrar, a temperaturas acima de 40°C (Seeley 2006).

A exposição das colmeias às variáveis ambientais também pode afetar características físico-químicas do mel, como o teor de umidade, índice de hidroximetilfurfural (HMF) e reações de invertase e diastase (Crane 1983, Rodrigues et al. 1996). A produção de outros produtos das abelhas, como própolis, também pode ser influenciada por fatores como luminosidade e insolação, verificando-se maior produção em colmeias mantidas à sombra (Manrique & Soares 2002, Lima 2006, Souza et al. 2006).

Para prevenir o superaquecimento, as colônias empregam vários mecanismos de resfriamento, de forma escalonada, iniciando-se com a dispersão dos adultos no ninho. Com o aumento da temperatura, as operárias podem realizar ventilação, pelo batimento das asas, e promover a evaporação de pequenas gotas de água espalhadas sobre os alvéolos e a saída parcial de operárias do ninho, formando aglomerados do lado de fora (Winston 2003, Seeley 2006).

Assim, para se evitar o gasto excessivo de energia e tempo das abelhas, no processo de resfriamento do ninho, os apicultores devem instalar seus apiários em locais sombreados, de preferência onde existam espécies arbóreas que forneçam sombreamento adequado, no período de estiagem (Lopes et al. 2008). Quando isto não for possível, devem ser buscadas alternativas de cobertura que possam propiciar o conforto térmico necessário ao desenvolvimento e produção das colônias.

Em regiões tropicais, tem sido uma preocupação constante a diminuição do estresse térmico, em sistemas de criação de animais. Para criações de abelhas, entretanto, verifica-se grande carência de pesquisas sobre alternativas de sombreamento.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do sombreamento proporcionado por dife-

rentes tipos de coberturas sobre o desenvolvimento e a qualidade do mel de colônias de *Apis mellifera*.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido de março a dezembro de 2004, em apiário da Fazenda Experimental da Embrapa Meio-Norte, em Castelo do Piauí (PI) (5°48'45"S, 41°33'45"W e 239 m de altitude). A vegetação local é constituída de zona de transição entre Cerrado e Caatinga e de formações arbustivas e/ou arbóreas caducifólias espinhosas (caatinga arbustiva e caatinga arbórea). O clima é subúmido seco, com déficit hídrico moderado, possuindo precipitação anual aproximada de 1.035 mm (Cepro 1990, 1992).

Foram utilizadas 24 colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas, instaladas em colmeias modelo Langstroth. Para obtenção de menor variabilidade entre as parcelas, as colônias foram homogeneizadas, em relação à área de cria e alimento. Foram, também, introduzidas rainhas novas, produzidas no apiário experimental da Embrapa, em Teresina, seguindo o método desenvolvido por Doolittle (1889).

Na área do apiário, foram construídas seis coberturas, para fornecimento de sombreamento às colmeias, sendo três coberturas construídas utilizando-se palha de babaçu (*Orbignia martiana*) e madeira oriunda da vegetação local, e três com tela de nylon tipo "sombrite" (80% de sombreamento) e madeira utilizada em construção civil (Figura 1). As estruturas apresentavam quatro pilares de 2 m de altura, demarcando uma área retangular de 2,50 m x 4,40 m. O material (palha e tela) da cobertura foi disposto em duas águas, com divisão central, inclinação de 25% e 40 cm de beiral, proporcionando área sombreada de 17,16 m². Foram instaladas duas colmeias por cobertura artificial.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado. As colônias foram distribuídas de forma aleatória, ficando seis colmeias instaladas sob coberturas de palha (T1), seis sob coberturas de tela sombrite (T2), seis sob sombreamento natural (sob a copa de árvores) (T3) e seis a pleno sol (T4).

Para o registro da temperatura interna, foi introduzido, em posição central da colmeia, um quadro com cera alveolada, contendo um termômetro de máxima e mínima (Figura 2). O registro destas temperaturas foi realizado semanalmente, durante todo o período de condução do experimento.



Figura 1. Colmeias instaladas sob coberturas artificiais de palha e tela e sob a copa de árvores (Castelo do Piauí, PI, 2004).



Figura 2. Termômetro de máxima e mínima inserido em posição central da colmeia (Castelo do Piauí, PI, 2004).

O desenvolvimento das colônias foi acompanhado por meio de mapeamentos e pesagens. Para a pesagem, utilizou-se uma balança mecânica de plataforma, com carga máxima de 150 kg, instalada na área do apiário. O procedimento foi efetuado no final de cada dia experimental, quando a maioria das abelhas já se encontrava na colmeia. O alvado da colmeia foi fechado com o auxílio de um pedaço de espuma sintética, para evitar a saída das abelhas durante a pesagem.

Os mapeamentos foram realizados seguindo-se a metodologia de Al-Tikrity et al. (1971), registrando-se as áreas dos favos contendo alimento (mel e pólen) e crias (crias de operária e de zangão), tanto nos quadros de ninho como de melgueira.

No período da safra (março a julho), os mapeamentos e as pesagens foram realizados mensalmente e, na entressafra (agosto a dezembro), foram feitos apenas dois mapeamentos, para evitar prejuízos às colônias, que, nesta época, ficam enfraquecidas, em virtude da escassez de floradas, e suscetíveis ao estresse causado pelo mapeamento. Outra medida adotada, neste período, foi o fornecimento de alimentação energética suplementar à base de xarope de açúcar invertido às colônias. Esta alimentação foi fornecida semanalmente, em alimentadores individuais de cobertura (localizados abaixo da tampa da colmeia), fornecendo-se 0,5 L de xarope por colmeia.

Aos dados obtidos nos mapeamentos e nas pesagens das colmeias, aplicou-se o teste de Kruskal-Wallis e seu respectivo teste de comparações múltiplas para as médias, de acordo com Zimmermann (2004).

Para avaliar o efeito dos diferentes níveis de sombreamento das colmeias sobre a qualidade do mel, foram realizadas análises físico-químicas de amostras retiradas das parcelas experimentais, a fim de avaliar a acidez, teor de hidroximetilfurfural e atividade diastásica, seguindo-se procedimentos estabelecidos pela Codex Alimentarius Commission (CAC 1990) e Association of Analytical Communities (AOAC 1990). As análises foram realizadas no Laboratório de Controle da Qualidade de Produtos Apícolas da Embrapa Meio-Norte.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à capacidade de armazenamento de alimento (mel e pólen), foram verificadas diferenças ($p < 0,05$) entre as colônias dos diversos tratamentos apenas no mês de maio (Tabela 1). Neste período, o acúmulo de alimento nas colmeias do tratamento T2 (cobertura de tela) foi menor ($p < 0,05$) que nos tratamentos T3 (sombreamento de árvores) e T1 (cobertura de palha) e semelhante ($p > 0,05$) ao das colmeias dispostas ao sol.

Quanto ao desenvolvimento populacional, não foram observadas diferenças significativas na área total de cria (operárias e zangões), entre os tratamentos (Tabela 2). A massa das colmeias (Tabela 3) também não diferiu ($p > 0,05$) entre os diferentes tipos de cobertura.

Neste experimento, foram registrados valores elevados de temperatura máxima média, no interior das colmeias (Figura 3). Especialmente nos tratamentos sob cobertura de tela e ao sol, a temperatura interna das colmeias atingiu níveis acima de 39°C,

Tabela 1. Postos médios, médias e erros-padrão (EP) da área de alimento (mel e pólen) de colônias de *Apis mellifera* submetidas a diferentes tipos de sombreamento (Castelo do Piauí, PI, 2004).

Sombreamento	Mês						
	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Setembro	Dezembro
	Postos médios* da área de alimento (mel e pólen)						
T01 Palha	14,00 a	13,33 a	15,00 a	10,40 a	8,00 a	12,60 a	7,80 a
T02 Tela	13,17 a	11,17 a	3,50 b	9,83 a	8,83 a	8,50 a	6,50 a
T03 Árvores	13,00 a	16,00 a	18,17 a	14,00 a	10,80 a	10,80 a	7,50 a
T04 Ao sol	9,83 a	9,50 a	12,83 ab	10,00 a	14,20 a	7,80 a	11,20 a
P - valor	0,75	0,41	0,00	0,67	0,37	0,53	0,47
	Médias ± EP da área de alimento (mel e pólen)						
	cm ²						
T01 Palha	2.652,67± 280,80	2.400,67± 303,71	1.075,33± 278,61	764,00± 284,78	483,00± 207,66	1.503,20± 400,26	2.556,00± 389,87
T02 Tela	2.582,67± 354,03	2.264,00± 198,57	26,00± 3,05	682,67± 146,97	522,00± 150,37	969,00± 344,13	2.380,00± 76,37
T03 Árvores	2.570,67± 390,62	2.716,00± 214,24	1.509,33± 334,37	1.046,40± 226,55	668,80± 166,72	1.324,80± 393,38	2.464,00± 368,00
T04 Ao sol	2.238,00± 301,51	2.108,67± 255,73	707,33± 328,59	712,80± 162,80	844,00± 147,24	827,20± 85,35	3.130,40± 467,34

* Postos médios seguidos de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5%.

Tabela 2. Postos médios, médias e erros-padrão (EP) da área de cria (cria de operária e zangão) de colônias de *Apis mellifera* submetidas a diferentes tipos de sombreamento (Castelo do Piauí, PI, 2004).

Sombreamento	Mês						
	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Setembro	Dezembro
	Postos médios* da área de cria						
T01 Palha	8,83 a	10,42 a	9,50 a	12,00 a	12,00 a	11,00 a	7,70 a
T02 Tela	10,17 a	13,17 a	10,83 a	8,00 a	8,17 a	6,25 a	6,25 a
T03 Árvores	16,17 a	11,42 a	12,00 a	12,10 a	7,20 a	10,20 a	15,00 a
T04 Ao sol	14,83 a	15,00 a	17,67 a	12,50 a	15,40 a	11,80 a	8,50 a
P - valor	0,21	0,69	0,20	0,57	0,10	0,48	0,19
	Médias ± EP da área de cria						
	cm ²						
T01 Palha	749,33± 289,23	1.402,67± 240,21	1.056,67± 192,19	582,40± 159,42	652,00± 170,91	788,80± 174,96	704,00± 178,69
T02 Tela	808,00± 207,04	1.662,00± 177,57	1.176,67± 77,90	414,67± 131,59	370,67± 101,84	546,00± 116,01	568,00± 168,36
T03 Árvores	1.658,67± 430,15	1.381,33± 316,70	1.276,67± 280,73	609,60± 112,91	325,60± 108,95	767,20± 164,22	1.310,00± 102,00
T04 Ao sol	1.210,00± 217,81	1.747,33± 286,53	1.790,00± 303,45	656,00± 155,67	840,00± 151,00	778,40± 85,63	786,40± 126,00

* Postos médios seguidos de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5%.

a partir do mês de outubro, o que deve ter requerido extremo esforço da colônia para realizar o resfriamento do ninho.

O processo de resfriamento geralmente começa quando a temperatura do ninho alcança 36°C (Seeley 2006). Assim, neste experimento, o esforço requerido para a termorregulação, principalmente

nas colmeias sob coberturas de tela e expostas ao sol, pode ter influenciado, negativamente, no acúmulo de alimento, evidenciado no mês de maio.

No período entre julho e dezembro (estiagem), quando foi fornecida alimentação suplementar às colônias, observou-se acréscimo na área de cria da ordem de 8%, 53% e 302%, nos tratamentos T1, T2

Tabela 3. Postos médios, médias e erros-padrão (EP) da massa (kg) de colmeias de *Apis mellifera* submetidas a diferentes tipos de sombreamento (Castelo do Piauí, PI, 2004).

Sombreamento	Mês						
	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Setembro	Dezembro
Postos médios* da massa das colmeias							
T01 Palha	11,67 a	11,83 a	10,67 a	10,10 a	10,25 a	9,30 a	7,20 a
T02 Tela	10,00 a	10,33 a	13,17 a	11,00 a	10,33 a	8,75 a	6,50 a
T03 Árvores	14,67 a	14,00 a	15,58 a	13,80 a	10,20 a	9,80 a	11,30 a
T04 Ao sol	13,67 a	13,83 a	10,58 a	9,10 a	11,20 a	11,90 a	10,20 a
P - valor	0,67	0,78	0,56 a	0,66	0,99	0,84 a	0,47
Médias ± EP da massa das colmeias							
kg							
T01 Palha	32,21± 2,37	34,88± 3,85	27,18± 1,65	24,34± 1,67	26,05± 1,88	23,08± 2,37	25,26± 2,38
T02 Tela	31,66± 1,85	33,05± 2,55	28,47± 1,56	24,57± 1,36	25,42± 1,23	23,00± 1,21	25,02± 1,15
T03 Árvores	34,67± 1,26	36,92± 2,28	30,43± 1,89	26,52± 1,85	25,44± 1,36	23,26± 2,07	28,35± 1,15
T04 Ao sol	33,94± 2,46	37,00± 3,86	26,88± 1,43	24,02± 0,53	25,92± 0,64	24,30± 0,73	27,92± 1,77

e T3, respectivamente, verificando-se que a sombra natural propiciou aumento mais rápido da área de cria.

Por outro lado, no tratamento T4, houve redução de 6% na área de cria. Esta menor taxa de crescimento das colônias ao sol também deve ter sido ocasionada pelos valores elevados de temperatura interna, no período da estiagem, pois, segundo Winston (2003), temperaturas acima de 36°C, por período apreciável de tempo, são prejudiciais à cria, e excessos de apenas 1-2°C podem causar anomalias no desenvolvimento e morte.

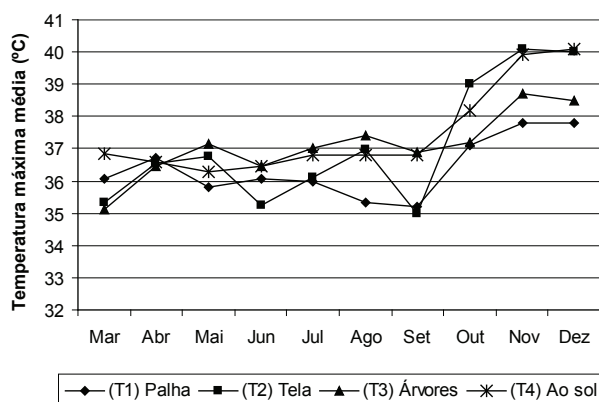


Figura 3. Temperatura máxima média no interior das colônias de abelhas *Apis mellifera* instaladas sob diferentes tipos de sombreamento (Castelo do Piauí, PI, 2004).

O efeito benéfico do sombreamento sobre o desenvolvimento das colônias tem sido observado em alguns estudos (Brandeburgo & Gonçalves 1989, Alencar 2005). Neste trabalho, verificou-se que o sombreamento natural (árvores) favoreceu o armazenamento de alimento no mês de maio e o aumento da área de cria a partir de julho. Verificou-se, ainda, que o microclima sob a copa das árvores foi beneficiado por uma melhor ventilação, o que, provavelmente, favoreceu o conforto térmico, em relação aos demais tratamentos.

Por outro lado, as coberturas artificiais não proporcionaram efeitos benéficos evidentes sobre o desenvolvimento das colônias, principalmente a cobertura de tela sombrite, onde foram registrados valores altos de temperatura interna máxima das colmeias. Resultados discordantes foram obtidos por Alencar (2005), que, avaliando o mesmo tipo de cobertura de tela, verificou incremento na área de cria e melhor índice de produtividade das colmeias sob este tratamento. Esta discordância, provavelmente, pode ser atribuída à influência de outros fatores, tais como diferenças nas dimensões das coberturas, da região e das condições climáticas em que foram conduzidos os ensaios.

Verifica-se, na Tabela 4, que os valores de HMF, atividade diastásica e acidez das amostras de mel coletadas das colmeias submetidas aos diferentes tratamentos encontram-se dentro dos limites exigidos pela legislação vigente (Brasil 2000).

Tabela 4. Valores médios de Hidroximetilfurfural (HMF), atividade diastásica e acidez de amostras de mel provenientes de colmeias de *Apis mellifera* instaladas sob diferentes tipos de sombreamento (Castelo do Piauí, PI, 2004).

Sombreamentos	HMF ¹	Atividade diastásica ²	Acidez ³
	mg kg ⁻¹	Escala Göthe	Meq kg ⁻¹
(T1) Palha	4,51	7,16	4,45
(T2) Tela	10,07	12,31	4,92
(T3) Árvores	5,89	10,52	4,57
(T4) Ao sol	9,50	11,20	4,85

¹ Máximo de 60 mg kg⁻¹ de mel (Brasil 2000). ² Mínimo de 8 esc. Göthe. Admite-se mínimo de 3 esc. Göthe, caso o conteúdo de HMF seja menor que 15 mg kg⁻¹ (Brasil 2000). ³ Máximo de 50 Meq kg⁻¹ (Brasil 2000).

A diastase, enzima presente no mel, formada, principalmente, pelas glândulas hipofaringeanas das abelhas, é sensível ao calor. Desta forma, baixos índices de diastase podem indicar um superaquecimento do mel. Existem, entretanto, méis de diferentes plantas e produzidos sob diferentes condições, que apresentam baixos níveis de diastase, mesmo quando recém-coletados (Crane 1983).

De acordo com a legislação brasileira (Brasil 2000), méis que, naturalmente, apresentam baixo conteúdo enzimático, podem possuir índice de diastase de, no mínimo, 3, na escala Göthe, sempre que o conteúdo do HMF não exceder a 15 mg kg⁻¹. Assim, considerando-se que a amostra coletada nas colmeias sob cobertura de palha apresentou apenas 4,51 mg kg⁻¹ de HMF (Tabela 1), pode-se considerar que a atividade diastásica (7,16 esc. Göthe) encontra-se em acordo com os critérios estabelecidos pela legislação.

Verifica-se que, apesar de os valores de HMF, em todos os tratamentos, estarem abaixo do permitido pela legislação, foram observados valores mais elevados nas amostras de mel das colmeias sob cobertura de tela sombrite e das colmeias expostas ao sol, provavelmente porque, nestes tratamentos, as colônias foram submetidas a temperaturas mais elevadas, fator que acelera a formação de HMF no mel. Possivelmente, maiores tempos de exposição destes méis a condições de elevada temperatura poderiam levar à sua desqualificação para o consumo humano direto.

Alencar (2005) também verificou valores mais elevados de HMF, em amostras de mel de colmeias instaladas sob cobertura de tela sombrite, quando comparadas a colmeias sob coberturas de telha e sob árvores.

Considerando-se a tendência de aumento do HMF, durante as etapas de armazenamento e transporte do mel, e que alguns mercados consumidores externos exigem níveis inferiores aos da legislação brasileira, é recomendável que o mel recém-coletado apresente níveis mínimos desta substância, para que possa manter, por mais tempo, sua qualidade. Desta forma, verifica-se que a instalação das colmeias sob cobertura de palha e sob a copa de árvores favoreceu a manutenção de valores mínimos de HMF, no mel recém-coletado.

Assim, quando não for possível a instalação das colmeias sob a copa de árvores que forneçam bom nível de sombreamento, durante todo o ano, a construção de coberturas de palha pode ser uma alternativa viável, já que estas coberturas apresentam a vantagem de poderem ser construídas com materiais disponíveis na propriedade, como babaçu e carnaúba, minimizando os custos do produtor.

Ressalta-se que, em virtude dos benefícios do sombreamento arbóreo para a criação de abelhas, seria interessante que os produtores fossem estimulados a realizar o plantio, no apiário e em seu entorno, de espécies arbóreas que não percam a folhagem durante a estiagem, como forma de diminuir o estresse térmico para as colônias, principalmente em regiões de clima semiárido.

CONCLUSÕES

1. As coberturas artificiais para as colmeias construídas com tela tipo sombrite e com palha não proporcionaram efeitos benéficos para o desenvolvimento das colônias.
2. A termorregulação foi prejudicada nas colmeias mantidas sob cobertura de tela sombrite e nas colmeias expostas ao sol.
3. O sombreamento arbóreo favoreceu o desenvolvimento mais rápido da área de cria.
4. Coberturas construídas com palha e o sombreamento de árvores favoreceram a manutenção de níveis mais baixos de HMF no mel.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, L. C. *Efeito do sombreamento no desenvolvimento, na produtividade e na qualidade do mel de abelhas africanizadas (Apis mellifera L.) em região semiárida*. 2005. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)—Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2005.

- ALMEIDA, G. F. *Fatores que interferem no comportamento enxameatório de abelhas africanizadas*. 2008. 120 f. Tese (Doutorado em Ciências)–Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2008.
- AL-TIKRITY, W. S. et al. A new instrument for brood measurement in a honeybee colony. *American Bee Journal*, Hamilton, v. 111, n. 1, p. 20-26, 1971.
- ASSOCIATION OF ANALYTICAL COMMUNITIES (AOAC). *Official methods of analysis*. 2. ed. Washington, DC: AOAC, 1990.
- BRANDEBURGO, M. A. M.; GONÇALVES, L. S. A influência de fatores ambientais no desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*). *Revista Brasileira de Biologia*, São Carlos, v. 49, n. 4, p. 1035-1038, 1989.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Instrução normativa nº 11 de 20 de outubro de 2000*. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. 2000. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=7797>>. Acesso em: set. 2007.
- CENTRO DE PESQUISAS ECONÔMICAS E SOCIAIS DO PIAUÍ (Cepro). *Atlas: estudo do Piauí*. Rio de Janeiro: Cepro/IBGE, 1990.
- CENTRO DE PESQUISAS ECONÔMICAS E SOCIAIS DO PIAUÍ (Cepro). *Perfil dos municípios piauienses*. Teresina: Cepro/Governo do Estado do Piauí, 1992.
- CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION (CAC). *Official methods of analysis*. Rome: CAC, 1990.
- CRANE, E. *O livro do mel*. São Paulo: Livraria Nobel, 1983.
- DOOLITTLE, G. M. *Scientific queen-rearing as practically applied*. Chicago: Thomas G. Newman & Son, 1889. Disponível em: <<http://www.bushfarms.com/beesdoolittle.htm>>. Acesso em: 05 jun. 2008.
- KEFUSS, J. A.; NYE, W. P. The influence of photoperiod on the flight activity of honeybees. *Journal of Apicultural Research*, London, v. 9, n. 3, p. 133-139, 1970.
- LIMA, M. G. *A produção de própolis no Brasil*. São João da Boa Vista: São Sebastião, 2006.
- LOPES, M. T. do R. et al. *Avaliação de espécies arbóreas para o sombreamento de apiários*. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 81).
- LORENZON, M. C. et al. Carga térmica de radiação de dois apiários de abelhas africanizadas dispostos ao sol e à sombra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 15.; CONGRESSO BRASILEIRO DE MELIPONICULTURA, 1., 2004, Natal. *Anais...* Natal: CBA/Sebrae, 2004. 1 CD-ROM.
- MANRIQUE, A. J.; SOARES, A. E. E. Início de um programa de seleção de abelhas africanizadas para melhoria na produção de própolis e seu efeito na produção de mel. *Interciência*, Caracas, v. 27, n. 6, p. 312-316, 2002.
- PEREIRA, F. de M. Gargalos tecnológicos. In: VILELA, S. L. de O.; PEREIRA, F. de (Orgs.). *Cadeia produtiva do mel no Estado do Rio Grande do Norte*. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. p. 66-92.
- PEREIRA, F. de M. et al. Gargalos tecnológicos e não tecnológicos. In: VILELA, S. L. de O.; ALCOFORADO FILHO, F. G. (Orgs.). *Cadeia produtiva do mel no Estado do Piauí*. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. p. 30-47.
- PRAAGH, J. P. The atmospheric humidity and brood rearing in a hive of bees in a flight room. *Apidologie*, Versailles, v. 6, n. 3, p. 283-293, 1975.
- RODRIGUES, A. G. L.; MARCHINI, L. C.; HADDAD, M. de L. Índice de diastase e HMF de mel extraído de colmeias expostas diretamente ao sol e à sombra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 11., 1996, Teresina. *Resumos...* Teresina: Confederação Brasileira de Apicultura, 1996. p. 342.
- SEELEY, T. D. *Ecologia da abelha: um estudo de adaptação na vida social*. Porto Alegre: Paixão, 2006.
- SOUZA, H. R. de et al. Produção de própolis em colmeias de *Apis mellifera* africanizadas submetidas a diferentes condições de sombreamento. *Boletim da Indústria Animal*, Nova Odessa, v. 63, n. 4, p. 189-192, 2006.
- WINSTON, M. L. *A biologia da abelha*. Porto Alegre: Magister, 2003.
- ZIMMERMANN, F. J. P. *Estatística aplicada à pesquisa agrícola*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004.