Thaís Pauli
thaisp@alunos.utfpr.edu.br
Universidade tecnológica federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

Fabiana Martins Costa Maia
fabianamcosta@utfpr.edu.br
Universidade tecnológica federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

Daniela Andressa Lino Lourenço
danilino@uga.edu
University of Georgia, Athens, Geórgia, Estados Unidos.

Michele Potrich
michelepotrich@utfpr.edu.br
Universidade tecnológica federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

Eliane Gasparino
egasparino@uem.br
Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

Eduardo Augusto Antunes Vieira
eduaugusto147@outlook.com
Universidade tecnológica federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

Fernanda Raulino Domanski
fernada_raulino@live.com
Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

Marciani Balbinotti França
marciani@alunos.utfpr.edu.br
Universidade tecnológica federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

Recebido:

Aprovado:

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

Tamanho de rainha virgem (Hymenoptera: Apidae) como critério de qualidade reprodutiva

Virgin queen size (Hymenoptera: Apidae) as a criterion for reproductive quality

RESUMO

As características morfométricas externas vem sendo relacionadas às características reprodutivas de rainhas *Apis mellifera* L. Os trabalhos presentes na literatura são antagônicos. O objetivo deste trabalho foi correlacionar fenotipicamente o peso à emergência (PESO), comprimento total (CT), comprimento do abdômen (CABD) largura do abdome (LABD), comprimento da asa direita (CASA) e largura da asa direita (LASA), peso do ovário direito (POD), peso do ovário esquerdo (POE) e peso total dos ovários (PTO) de rainhas virgens, com o intuito de futuramente utilizar a seleção indireta. Um total de 55 rainhas virgens foram criadas e mensuradas em laboratório. Medidas de peso e morfométricas externas de rainhas virgens não são critérios de seleção para morfometria de ovários, sendo assim, outras características poderiam ser estudadas para melhorar a qualidade reprodutiva da rainha, assim como as relações genéticas entre essas características.

PALAVRAS-CHAVE: Peso à emergência. Medidas morfométricas. Qualidade da rainha.

ABSTRAC

The external morphometric traits have been related to the reproductive traits of the *Apis mellifera* L. queens. The papers about that are antagonistic. The aim of this work was to correlate phenotypically the emergence weight (WEIGHT), total length (TL), abdomen length (AL) abdomen width (AW), right wing length (WL) and right wing width (WW), right ovary weight (ROW), left ovary weight (LOW) and total ovary weight (TOW) of virgin queens, in order to use as indirect selection in the future. A total of 55 virgin queens were reared and measured in the laboratory. Weight and external morphometric measurements of virgin queens are not selection criteria for ovarian morphometry. Other traits could be studied to improve queen reproductive quality, as the genetic relations among traits.

KEYWORDS: Emergency Weight. Morphometric Measurements. Queen Quality.

INTRODUÇÃO

A rainha faz parte da casta que se reproduz em abelhas *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) (Winston, 2003), e isso faz com que ela seja muito estudada, principalmente quanto ao seu potencial reprodutivo. No intuito de estabelecer medidas objetivas e passíveis de serem executadas no âmbito de colônia, o peso da rainha vem sendo estudado sob o aspecto fenotípico (TARPY, HATCH E FLETCHER, 2000; GILLEY, TARPY E LAND, 2003; KAHYA, GENÇER E WOYKE, 2008; AKYOL, YENINAR E KAFTANOGLU, 2008; TARPY & MAYER, 2009; DELANEY et al., 2011; UCHÔA et al., 2012; DE SOUZA et al., 2013; HATJINA et al., 2014; MOUSTAFA et al., 2014; MASRY, EL-WAHAB E HASSONA, 2015; RAULINO, 2018) e genético (COSTA, 2005; COSTA, 2009; MARTINS, 2014).

O peso à emergência pode ser afetado pela idade da larva transferida, época do ano e qualidade da geleia real (HAYDAK, 1970; WOYKE, 1971; NIJHOUT, 2003; MAHBOBI et al. 2012; HARTFELDER et al. 2015; SAGILI et al., 2018). Rainhas virgens mais pesadas tendem a ter ovários e espermateca maiores, consequentemente maior número de espermatozoides armazenados, resultando em uma vida reprodutiva mais longa (WOYKE, 1971; TARPY, HATCH, E FLETCHER, 2000). Apesar da motivação biológica “tamanho da rainha e tamanho de ovários” parecer muito bem estabelecida como citada nos trabalhos acima, Kahya, Gençer e Woyke (2008) demonstraram que não existe relação entre essas características.

Todos os estudos citados acima, visaram a identificação de características externas como critério de seleção para melhor entender a reprodução desses insetos, o que torna-se vantajoso sob o aspecto de conservação da espécie, visto que características reprodutivas nesses animais são difíceis de serem mensuradas, e para obtê-las o sacrifício do inseto é necessário. **A** validação desta relação torna-se importante uma vez que a maioria dos estudos acima citados foram desenvolvidos com subespécies de *Apis mellifera* L. diferentes da africanizada, presente em nosso país. Diante disso, este trabalho tem por objetivo obter correlações fenotípicas entre medidas morfométricas e reprodutivas em rainhas *A. mellifera* africanizadas à emergência.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Melhoramento Genético de Abelhas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UNEPE-Apicultura), dois Vizinhos (25 ° 69’05 ” W, 53 ° 09’92 ” W). Cinquenta e cinco rainhas foram criadas por meio do método Doolittle (1889), que consiste na transferência de larvas de um favo de crias para cúpulas plásticas com geleia real. Dez dias após a transferência de larvas, as realeiras foram transferidas individualmente para frascos de vidro de 20 mL (Figura 1A), alocados em estufa com temperatura de 34°C (variando de 5°C para mais ou para menos) e umidade de 60% controladas.

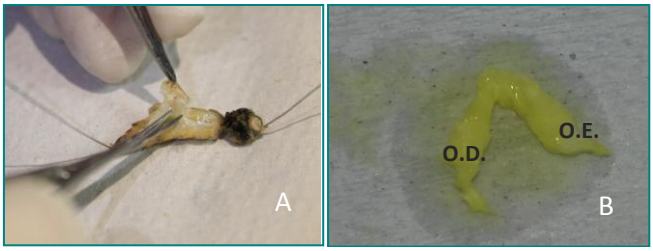
À emergência as rainhas foram anestesiadas com Dióxido de Carbono (CO_2), pesadas (mg) (Figura 1B) com balança de precisão (SHIMADZU/AX- 200, Quioto, Japão) de 0,001g, e mensuradas com paquímetro digital Resolução pol/mm: 0,0005/0,01(MTX, Moscou, Rússia) (Figura 1C e 1D) quanto ao comprimento corporal (mm), comprimento e largura do abdome e asa (mm).

Figura 1. (A) cúpulas alocadas em frascos de vidro de 20 ml acondicionados em estufa a temperatura de 34°C e 60% de umidade. (B) Peso à emergência. (C) comprimento total. (D) Largura do abdômen.

Fonte: Paulo R. Korb, UNEPE- Apicultura, 2017.

Em seguida para a obtenção dos ovários, as rainhas virgens foram imobilizadas via resfriamento por 10 minutos a temperatura de -18°C. Na sequência foi retirada a cabeça, pernas e asas. O tórax e o abdome foram fixados ventralmente com o auxílio de quatro alfinetes entomológicos, em uma placa de *Petri* contendo cera de abelha e disseccionados com o auxílio de uma pinça (tipo relojoeiro 12 cm reta) e tesoura Cirúrgica Oftálmica Capsulotomia Curva (Vannas IM-283AA, Kazan, Rússia) (Figura 3A e 3B). Os ovários foram pesados separadamente (Figura 3C).

Figura 3. Dissecção ventral de rainha *Apis mellifera* virgem (A), Ovário direito (O.D) e esquerdo (O.E), expostos (B). Os ovários apresentam coloração amarela devido ao fixador Bouin, utilizado para permitir maior resistência do tecido e facilidade de dissecção, (C) Pesagem ovário esquerdo.



Fonte: Paulo R. Korb, Fernanda Raulino, UNEPE-Apicultura, 2017.

Todas as variáveis estudadas foram submetidas à estatística descritiva e ao teste de correlação de Pearson, com nível de significância menor que 0,01 e 0,05. As análises estatísticas foram realizadas por meio do pacote estatístico RStudio versão 3.5.3 (2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estatística descritiva sobre o peso, medidas morfométricas externas e de ovários de rainhas virgens é representada na Tabela 1, e traz informações que corroboram com trabalhos já realizados no Brasil (COSTA MAIA, 2009; MARTINS, 2014; METORIMA et al. 2015; RAULINO, 2018) e em outros países (TARPY, HATCH e FLETCHER, 2000; GILLEY, TARPY E LAND, 2003; KAHYA, GENÇER E WOYKE, 2008; AKYOL, YENINAR E KAFTANOGLU, 2008; TARPY & MAYER, 2009; DELANEY et al., 2011; UCHÔA et al., 2012; HATJINA et al., 2014; MOUSTAFA et al., 2014; MASRY, EL-WAHAB E HASSONA, 2015).

Tabela 1. Média, desvio padrão, valor mínimo, máximo e coeficiente de variação (%) observado para as características de peso à emergência (PESO), Comprimento Total (CT), Comprimento do abdome (CABD), Largura do abdome (CABD), Peso do ovário direito (POD), Peso do ovário esquerdo (POD) em rainhas virgens *Apis mellifera* africanizadas.

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Coeficiente de Variação (%)
PESO[1]	222,26	18,65	175,7	267,3	8,39
CT[2]	17,88	0,96	15,03	19,57	0,006
CABD[2]	11,58	0,82	9,43	13,33	7,08
LABD[2]	5,01	0,33	4,21	5,54	6,59
CASA[2]	10,08	0,65	8,73	11,55	6,45
LASA[2]	3,43	0,19	3,01	3,80	5,54
POD[1]	4,54	1,66	2,3	10,3	36,56
POE[1]	4,84	1,64	2,00	10,40	33,88
PTO[1]	9,37	2,79	4,80	17,00	29,78

[1] miligramas; [2] milímetros.
Fonte: Autoria própria (2020).

A variação do peso de rainha pode estar ligada a subespécie utilizada, base genética da população e fatores ambientais como observado entre os trabalhos de Gilley, Tarpy e Land (2003) (164,1±3,62 mg), Mahbobi et al. (2012) (158,83±2,31 mg), Martins (2014) (210,6±24,02 mg) e Raulino (2018) (210,94±19,20 mg). As rainhas produzidas em nosso trabalho foram em média, mais pesadas (222,26±18,65 mg) do que as avaliadas pelos autores anteriormente citados. O comprimento total médio (17,88±0,96 mm) foi similar

aos encontrados por Martins (2014) (16,88±1,05 mm) e Raulino (2018) (17,16±0,91 mm) que trabalharam com rainhas virgens africanizadas.

O comprimento (11,58±0,82 mm) e largura de abdome (5,01±0,33 mm) em nosso trabalho foram maiores quando comparados aos de Costa (2009) (10,61 mm; 4,96 mm), Martins (2014) (10,60 mm; 4,89 mm) e Metorima et al. (2015) (9,43 mm para comprimento de abdome). Isso indica que existe variação fenotípica para medidas de abdome, sendo assim existe potencial de seleção. Segundo Martins (2014) e Silveira-Neto (2011), essas medidas podem estar relacionadas com qualidade reprodutiva das rainhas, uma vez que no abdome se encontram ovários, espermateca e glândulas produtoras de feromônios.

As asas de rainhas têm função importante para a reprodução, pois a fecundação ocorre em atividade de voo (Winston, 2003). Sendo assim, Mahbobi et al. (2012) (10,36±0,03 m), Metorima et al. (2015) (9,60 mm) e De Souza, Haung e Tarpy (2019) (9,70 mm) mensuraram o comprimento das asas de rainhas, assim como em nosso trabalho (10,08±0,65 mm) demonstrando que existe variação fenotípica para essa característica.

O peso total dos ovários (9,37±2,79 mg) foram superiores aos valores encontrados por Gilley, Tarpy e Land (2003) (3,9±0,17 mg) em rainhas europeias. Já quando comparados com autores que avaliaram rainhas africanizadas, Silveira-Neto (2011), (7,06±0,31 mg) e Martins (2014) de (8,49±1,86 mg), as estimativas são mais próximas as deste trabalho. Na Tabela 1, os coeficientes de variação para o peso de ovário direito e esquerdo demonstram que em trabalhos futuros, um número maior de rainhas poderia ser avaliado, com o intuito de melhor entender sobre a magnitude desta variação.

A mensuração de órgãos reprodutivos de rainhas, implica diretamente na morte das mesmas, pois precisam ser disseccionadas, como foi realizado neste trabalho. Para predizer o tamanho do ovário, as medidas externas corporais poderiam ser utilizadas como critérios para a indicação do potencial reprodutivo das rainhas, sem que precisassem ser sacrificadas. Sendo assim, a Tabela 2 traz as correlações fenotípicas entre todas as características.

Tabela 2. Correlação de Person para as características de peso à emergência (P), Comprimento Total (CT), Comprimento do abdome (CABD), Largura do abdome (CABD), Peso do ovário direito (POD), Peso do ovário esquerdo (POD), em rainhas virgens *Apis mellifera* africanizadas.

Estimativa	PESO	CT	CABD	LABD	LASA	CASA	POD	POE	PTO
PESO[1]	1								
CT[2]	0,43**	1							
CABD[2]	0,56**	0,63**	1						
LABD[2]	0,33**	0,16	0,08	1					
LASA[2]	0,33**	0,13	0,03	0,04	1				
CASA[2]	0,41**	0,04	0,16	-0,02	0,32**	1			
POD[1]	-0,22	-0,03	-0,08	0,06	-0,22	-0,04	1		
POE[1]	-0,18	-0,14	0,07	0,19	-0,25	-0,01	0,38**	1	
PTO[1]	-0,24	-0,11	-0,01	0,15	-0,28*	-0,02	0,84**	0,83**	1

[1] miligramas; [2] milímetros. Estimativas precedidas de ** e * apresentam significância de 0.01 e 0.05, respectivamente.
Fonte: Autoria própria (2020).

As características externas (PESO, CT, CABD, LABD, LASA, CASA) são relacionadas de maneira positiva e moderada ($p<0,01$) entre si, indicando que a seleção para qualquer uma delas influenciará em todas as outras. Sendo este o objetivo, na falta por exemplo de uma balança de precisão para a pesagem da rainha à emergência, mensurações sobre comprimento total, de abdome e asa poderiam predizer informações sobre o peso da rainha. Isso se torna importante em um contexto de coleta de dados a campo, em que nem sempre há a disponibilidade de materiais de alta precisão.

Apesar de diversos autores relatarem que o tamanho dos ovários está associado de maneira positiva ao peso corporal na emergência (DEDEJ et al., 1998; KAHYA, GENÇER E WOYKE, 2008; JACKSON, TARPY E FAHRBACH, 2011; COSTA MAIA et al., 2019), neste trabalho estas relações não foram significativas (Tabela 2), corroborando com Kahya, Gençer e Woyke (2008).

A largura da asa (LASA) e o peso total dos ovários (PTO) foi a única relação entre medida externa e interna significativa ($p<0,05$). A magnitude baixa e negativa (-0,28) desta relação, indicou que a seleção fenotípica para uma dessas características levará a outra em sentido oposto.

A asa está indiretamente ligada à reprodução, pois a fecundação ocorre em atividade de voo, tanto para o macho quanto para a fêmea. Zangões sob restrição nutricional severa mantiveram a simetria de suas asas, indicando que características importantes para a reprodução são preservadas (SZENTGYÖRGYI, CZEKOŃSKA E TOFILSKI, 2017) para aumentar o valor adaptativo. Ainda para machos dessa espécie, foi encontrada correlação positiva entre tamanho de asas e número de espermatozóides (SCHLÜNS et al., 2003). No entanto, a relação negativa entre largura de asa e peso dos ovários precisa ser mais bem estudada sob o aspecto do valor adaptativo desta espécie.

As relações entre peso total do ovário (PTO) com peso dos ovários direito (POD) (0,84) e esquerdo (POE) (0,83) demonstram a similaridade entre as médias destas características (Tabela 1), e o fato de PTO ser o somatório entre POD e POE. A covariância entre os ovários direito e esquerdo foi positiva, indicando que o peso das duas características varia positivamente, com magnitude moderada. Raulino (2018) também encontrou correlação positiva (0,32) entre POD e POE. Supondo que o peso do ovário seja um indicador de qualidade reprodutiva de rainha, tanto o esquerdo quanto o direito poderiam ser mensurados de maneira a representar a mensuração do outro.

Trabalhos futuros poderiam avaliar um número maior de rainhas para as mesmas características aqui estudadas, adicionados de informações sobre o número e qualidade dos ovaríolos frente ao valor adaptativo desta espécie.

CONCLUSÃO

O tamanho da rainha virgem não apresentou relação fenotípica com o tamanho dos ovários, sendo assim, outras características e o aspecto genético

dessas relações poderiam ser estudados visando a melhoria da qualidade reprodutiva da rainha.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq – Brasil e pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná/Brasil. Agradeço ao GPMApis da UTFPR e colaboradores, e ao PPGZO – UTFPR-DV por a mim oportunizar o treinamento em iniciação científica e tecnológica.

REFERÊNCIAS

AKYOL E.; YENINAR H.; KAFTANOGLU O. Live weight of queen honey bees (*Apis Mellifera* L.) predicts reproductive characteristics. **Journal Of The Kansas Entomological Society**, v. 81, n.2, p. 92–100, 2008.

COSTA, F. M. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para peso e medidas morfométricas em rainhas *Apis mellifera* africanizadas**. 2005. 39 f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005.

COSTA-MAIA, F. M. **Aspecto genético da produção de mel e comportamento higiênico em abelhas *Apis mellifera* africanizadas**. 2009. 96 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Maringá, 2009.

COSTA-MAIA, F. M.; RAULINO-DOMANSKI, F. ; LINO-LOURENÇO, D. A. ; POTRICH, M. ; TSURUTA, S. ; ABDALLA, F. C. ; FREITAS, P.F. MARTINS, E. N. Genetic aspects of emergence weight, ovary weight and number of ovarioles in honey bee queens. In: Apimondia 2019, Montréal. 2019.

DE SOUZA D.; HUANG, M.H.; TARPY, D.R. Experimental improvement of honey bee (Apis mellifera) queen quality through nutritional and hormonal supplementation. **Apidologie**, v. 50, p. 14-27, 2019.

DE SOUZA, D. A.; BEZZERA-LAURE, M.A.F.; FRANCOY, T.M.; GOLÇALVES, L.S. Experimental evaluation of the reproductive quality of Africanized queen bees (*Apis mellifera*) on the basis of body weight at emergence. **Genetics and Molecular Research**, v. 12, n. 4, p. 5382-5391, 2013.

DELANEY, D. A.; KELLER, J.J.; CAREN, J.R.; TARPY, D.R. The physical, insemination, and reproductive quality of honey bee queens (*Apis mellifera* L.). **Apidologie**, v. 42, p. 01-13, 2011.

DOOLITTLE, G. M. Scientific queen rearing as practically applied, 1st ed Thomas G. Newman & Son, Chicago, IL. 1889.

GILLEY, D. C.; TARPY, D. R.; LAND, B. B. Effect of queen quality on interactions between workers and dueling queens in honeybee (Apis mellifera L.) colonies. **Behavioral Ecology Sociobiology**, v. 55, p. 190-196, 2003.

HATJINA F.; BIEŃKOWSKA M.; CHARISTOS L.; CHLEBO R.; COSTA C.; DRAŽIĆ M.M.; FILIPI J.; GREGORC A.; IVANOVA E.N.; KEZIĆ N. A review of methods used in some European countries for assessing the quality of honey bee queens through their physical characters and the performance of their colonies. **Journal of Apicultural Research**, v. 53, p. 337–363. 2014.

Haydak, M.Honey bee nutrition. Annual Review Entomolology. 1970, 15: 143–156.

KAHYA Y.; GENÇER H.V.; WOYKE J. Weight at emergence of honey bee (*Apis mellifera caucasica*) queens and its effect on live weights at the pre and post mating periods. **Journal of Apicultural Research,** v. 47, p. 118–125, 2008.

MAHBOBI, A.; FARSHINEH-ADL, M.; WOYKE, J.; ABBASI, S. Effects of the age of grafted larvae and the effects of supplemental feeding on some morphological characteristics of iranian queen honey bees(*Apis mellifera meda Skorikov*, 1929). **Journal of Apicultural Science**. v.56, n.1, p. 93-98, 2012.

MARTINS, J. R. M. **Aspectos genéticos de características morfométricas e reprodutivas de rainhas Apis mellifera l. (Hymenoptera: Apidae) africanizadas**. 2014.89 f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2014.

MASRY, S.H.D.; EL-WAHAB, T.E.A.; HASSONA, N.M. Origin, Weight at Emergence of Virgin Honey Bee Queens and its Effect on Acceptance During Introduction. **Academic Journal of Entomology** .V.8, P. 174-182, 2015.

METORIMA, F. N.; COSTA-MAIA, F. M.; HALAK, A. L.; PARPINELLI, R. S.; TOLEDO, V. A. A. Morphometric measurements of Africanized honeybee queens kept in an incubator or in queen banking. **Acta Scientiarum**, v. 37, n.1, p. 91-96, 2015.

MOUSTAFA, A. M.; ABDEL-RAHMAN, M. F..; ALI, M. A.; ZEINAB, HAMZA. Variations in the quality of virgin queens of honey bee that produced commercially from different sources in egypt during two seasons. **Journal of Plant Protection and Pathology**, v. 5, p 1097-1107, 2014.

R Core Team R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2019.

RAULINO, F. **Método histológico para contagem de ovaríolos de rainhas virgens *Apis mellifera* africanizadas (Hymenoptera: Apidae).** 2018. 51 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2018.

RAULINO-DOMANSKI, F. ; POTRICH, M. ; FREITAS, P. F. ; ABDALLA, F. C. ; MARTINS, E. N. ; LOURENCO, D. A. L. ; Costa-Maia, F. M . Optimized Histological

Preparation of Ovary for Ovariole Counting in Africanized Honey Bee Queens (Hymenoptera: Apidae). **Journal Of Insect Science**, v. 19, p. 1-3, 2019.

SAGILI, R.R.; METZ, B.N.; LUCAS, H.M.; CHAKRABARTI, P.; BREECE, C.R. Honey bees consider larval nutritional status rather than genetic relatedness when selecting larvae for emergency queen rearing. ***Scientific* Reports**, v. 8 n. 1, p. 76-79, 2018.

SCHLÜNS, H.; SCHLÜNS, E.; VAN PRAAGH, J.; MORITZ, R. Sperm numbers in drone honey-bees (Apis mellifera) depend on body size. **Apidologie**, v. 34, n. 2, p. 577-584, 2003.

SILVEIRA-NETO, A. A. **Avaliação de quatro métodos de produção de geléia real e rainhas de *Apis mellifera* no Estado do Ceará**. 2011. 77 p., Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia - UFC, Fortaleza. 2011.

SZENTGYÖRGYI, H.; CZEKOŃSKA, K.; TOFILSKI, A. The effects of Stavation of honey bee larvae in reproductive quality and wing asymmetry of honey bee drones. **Journal Of Apicultural Science**, v. 62, n.2, p. 233-243, 2017.

TARPY D.R.; HATCH S.; FLETCHER D.J.C. The influence of queen age and quality during queen replacement in honeybee colonies. **Animal Behaviour,** v, 59, p. 97-101, 2000.

TARPY, D. R.; MAYER, M. K. The effects of size and reproductive quality on the outcomes of duels between honey bee queens (*Apis mellifera* L.). **Ethology Ecology & Evolution**, v.21, p. 147-153, 2009.

UCHÔA, F. A, B.; SOUZA, D. C.; ALVES, A. A.; SILVA, F. A, S.; MOURA, J. A.; NUNES, J. R, A.; MARACAJÁ, P. B.; LIMA, J. C.; SOUSA, J. S. Effect of weight of Africanized queens (Apis mellifera L.) at birth in honey production in semi-arid Piauiense. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8. p. 01-06, 2012.

WINSTON, M., L. A biologia da abelha. Tradução de Carlos A. Osowski – Porto alegre: Magister, 2003.

WOYKE J. Correlations between the age at which honeybee brood was grafted, characteristics of the resultant queens, and results of insemination. **Journal Of Apicultural Research,** v. 10, p. 45–55, 1971.