

Influência de diferentes quantidades de geleia real no desenvolvimento de rainhas de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.)

Influence of different amounts of royal jelly on the development of queens of Africanized bees (*Apis mellifera* L.)

Influencia de diferentes cantidades de jalea real en el desarrollo de reinas de abejas africanizadas (*Apis mellifera* L.)

Recebido: 01/09/2020 | Revisado: 10/09/2020 | Aceito: 14/09/2020 | Publicado: 15/09/2020

Rita Ednice da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2965-0387>

Universidade Estadual Vale do Acaraú, Brasil

Email: ednice65@hotmail.com

Vitória Inna Mary de Sousa Muniz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3387-6688>

Universidade Federal do Ceará, Brasil

Email: vitoriamuniz63@hotmail.com

Felipe Barroso de Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7349-4246>

Universidade Estadual Vale do Acaraú, Brasil

Email: felipebarroso280297@gmail.com

Francisco Felipe Monteiro Farias

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0379-649X>

Universidade Estadual Vale do Acaraú, Brasil

Email: felipe_carire@hotmail.com

Jânio Angelo Felix

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0734-7392>

Universidade Federal do Ceará, Brasil

Email: janioangelofelix@alu.ufc.br

José Elton de Melo Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3418-2063>

Universidade estadual de Maringá, Brasil

Email: eltonzootec@gmail.com

Paulo Michael Sousa Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4342-0318>

Unique management, Brasil

Email: paulo.rodrigues@unique-management.com

José Everton Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5216-0856>

Universidade Federal do Ceará, Brasil

Email: professoreverton@msn.com

Resumo

Objetivou-se determinar a influência da alimentação larval de rainhas de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) na aceitação de larvas transferidas, durante o tempo de desenvolvimento até a fase adulta, bem como a influência de diferentes formas de alimentação larval sob a massa corporal logo após a emergência. Para a produção de rainhas utilizou-se o método Doolittle, nas quais foram introduzidas diferentes quantidades de geleia real, conforme os tratamentos a seguir. TR (20): transferência da larva em 20µl; TR (170): Transferência da larva em 170µl e TR (20+150): Transferência da larva em 20µl com suplementação de 150µl em 72 horas após a transferência. A aceitação das larvas foi similar em todos os tratamentos, porém a prática de reaplicação de alimento nas cúpulas 72 horas após a transferência larval causou mortalidade nas larvas. O tempo de crescimento das larvas foi diferente entre todos os tratamentos ($p < 0,05$), onde o TR (170) apresentou um desenvolvimento mais rápido. Na avaliação da massa corporal das rainhas ao emergirem, percebeu-se que TR (20) e TR (170) não diferiram entre si ($p > 0,05$), mas ambos foram superiores ao TR (20+150) ($p < 0,05$). Concluiu-se que transferir larvas em grande quantidade de geleia real para a produção de rainhas não influencia na aceitação das larvas transferidas, mas no tempo de desenvolvimento larval. Porém a influência no tempo de crescimento é quase inexpressiva e o fornecimento de alimento em um segundo momento para a mesma larva não é recomendado.

Palavras-chave: Apicultura; Produção de rainhas; Geleia real.

Abstract

The objective of this study was to determine the influence of larval feeding of queens of Africanized bees (*Apis mellifera* L.) on the acceptance of transferred larvae, during the time of development until adulthood, as well as the influence of different forms of larval feeding

on body mass. right after the emergency. For the production of queens, the Doolittle method was used, in which different amounts of royal jelly were introduced, according to the treatments below. TR (20): transfer of the larva in 20 μ l; TR (170): Transfer of the larva in 170 μ l and TR (20 + 150): Transfer of the larva in 20 μ l with supplementation of 150 μ l in 72 hours after transfer. The acceptance of the larvae was similar in all treatments, but the practice of reapplying food in the domes 72 hours after the larval transfer caused mortality in the larvae. The growth time of the larvae was different among all treatments ($p < 0.05$), where the TR (170) showed a faster development. When assessing the body mass of queens when they emerged, it was noticed that TR (20) and TR (170) did not differ from each other ($p > 0.05$), but both were superior to TR (20 + 150) ($p < 0, 05$). It was concluded that transferring larvae in large quantities of royal jelly for the production of queens does not influence the acceptance of the transferred larvae, but on the time of larval development. However, the influence on growth time is almost inexpressive and the supply of food in a second moment for the same larva is not recommended.

Keywords: Beekeeping; Queens production; Royal jelly.

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar la influencia de la alimentación larvaria de reinas de abejas africanizadas (*Apis mellifera* L.) sobre la aceptación de larvas transferidas, durante el tiempo de desarrollo hasta la edad adulta, así como la influencia de diferentes formas de alimentación larvaria sobre la masa corporal. inmediatamente después de la emergencia. Para la producción de reinas se utilizó el método Doolittle, en el que se introdujeron diferentes cantidades de jalea real, según los tratamientos a continuación. TR (20): transferencia de la larva en 20 μ l; TR (170): Transferencia de la larva en 170 μ l y TR (20 + 150): Transferencia de la larva en 20 μ l con suplementación de 150 μ l en 72 horas después de la transferencia. La aceptación de las larvas fue similar en todos los tratamientos, pero la práctica de reaplicar el alimento en los domos 72 horas después de la transferencia larvaria provocó la mortalidad de las larvas. El tiempo de crecimiento de las larvas fue diferente entre todos los tratamientos ($p < 0.05$), donde el TR (170) mostró un desarrollo más rápido. Al evaluar la masa corporal de las reinas cuando emergieron, se notó que TR (20) y TR (170) no se diferenciaban entre sí ($p > 0.05$), pero ambos eran superiores a TR (20 + 150) ($p < 0, 05$). Se concluyó que la transferencia de larvas en grandes cantidades de jalea real para la producción de reinas no influye en la aceptación de las larvas transferidas, sino en el momento del desarrollo larvario.

Sin embargo, la influencia en el tiempo de crecimiento es casi inexpresiva y no se recomienda el suministro de alimento en un segundo momento para la misma larva.

Palabras clave: Apicultura; Producción de reinas; Jalea real.

1. Introdução

A apicultura é uma atividade muito importante para a manutenção e a preservação dos ecossistemas, pois as abelhas são os principais polinizadores da maioria das angiospermas, ou seja, as plantas com flores (Klein et al., 2007; Pinheiro & Freitas, 2010). Desta forma, são muito importantes nos serviços ecossistêmicos, realizando a polinização de espécies de plantas nativas e de culturas agrícolas. Por sua vez, a apicultura tem um grande papel na agricultura mundial e familiar, e mostra-se como uma atividade do agronegócio ainda em desenvolvimento (Kloswski, Kuasoski, & Bonetti, 2020).

Para a obtenção de produtos apícolas (mel, pólen apícola, própolis, apitoxina, enxames, cera, geleia real e rainhas) é necessário trabalhar com colônias populosas, o que depende de fatores que garantam as condições propícias para o desenvolvimento da colônia como, qualidade dos favos, presença de alimento, conter uma rainha jovem e saudável e estar livre de pragas e doenças (Kamel et al., 2013). Algumas características físicas da rainha influenciam seu potencial como reprodutora, como o peso ao emergir, o tamanho da spermateca, o número de ovariolos, apresentar genética que a qualifique como tolerante a doenças e com baixo potencial enxameatório. É evidente que para desenvolver todo o seu potencial, a rainha necessita estar bem alimentada, já que o não atendimento das exigências nutricionais de rainhas, provoca uma redução na capacidade de oviposição (Hatjina et al., 2014).

Todas as larvas das futuras abelhas rainhas recebem um tipo de alimentação diferenciada fornecido pelas abelhas nutrizas, que apresentam glândulas mandibulares e hipofaríngeas bem desenvolvidas, produzindo uma substância denominada de geleia real. Este alimento é uma solução concentrada de alta digestibilidade, rica em carboidratos, proteínas, lipídeos e vitaminas, utilizada para alimentar as larvas que serão futuras rainhas (Zhang, et al 2015).

As operárias nutrizas, produzem os componentes branco, claro e amarelo que compõem a geleia real. O componente branco contém secreções das glândulas mandibulares, o claro é

originado nas glândulas hipofaringeanas, e o componente amarelo é, basicamente, pólen. Para as larvas que serão rainhas, a geleia real fornecida é composta pelos componentes branco e claro, originados principalmente nas glândulas mandibulares (Winston, 2003; Zhang, et al 2015). Portanto, a quantidade e a qualidade da geleia real fornecida à larva irão determinar se esta se tornará uma rainha ou uma operária, e conseqüentemente, influenciará na massa corporal após a emergência (Winston, 2003).

Para o incremento da produção apícola, recomenda-se a troca anual de rainhas por outras geneticamente superiores, que tenham no máximo um mês de vida e uma massa corporal superior a 180mg ao emergirem (Cobey, 2007; Akyol et al., 2008; Sousa 2009; Rangel, Keller & Tarpy, 2013). Sousa (2009) demonstrou que a longevidade média das rainhas de abelhas *Apis mellifera* L. que emergiram com peso inferior a 180mg, foi de apenas 9 meses, enquanto que as rainhas que emergiram com peso superior a 200mg tiveram longevidade de 19 meses.

Portanto, a alimentação é um parâmetro que deve ser estudado e explorado para a melhoria da qualidade das rainhas produzidas que serão usadas na apicultura. Diante do exposto, objetivou-se com este estudo determinar a influência de diferentes dietas larvais na massa do corpo de rainhas de abelhas africanizadas logo após emergirem das células.

2. Metodologia

O estudo foi realizado entre os meses de fevereiro e abril de 2018 (estação chuvosa), no Apiário da Fazenda Experimental da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), coordenadas (3°36'55.4"S, 40°18'32.9"W), localizado a 10 km da cidade de Sobral-CE, numa área predominante de Caatinga.

O método utilizado para produção de abelhas rainhas (*A. mellifera*), foi o de Doolittle (1900), que consiste na transferência de larvas jovens, com 1 dia de vida larval, para cúpulas artificiais de polietileno que servem de base para a construção das realeiras. Para a seleção das colônias a serem utilizadas como recria e como doadoras de crias no experimento, foram utilizadas somente as que foram aprovadas nos testes de infestação do ácaro *Varroa* sp. (<10%) e de comportamento higiênico (>80%) (Moreira et al., 2017; Pinheiro et al., 2015), executados previamente 60 dias antes do experimento.

Foram montadas 3 colmeias recrias, que foram orfanadas e padronizadas com seis favos, sendo, três de crias emergentes, um de crias novas, um com mel, um com a presença de pólen nos favos e grande quantidade de abelhas aderentes. Usou-se na formação destas recrias, partes de três ou mais colônias.

Foram utilizados quadros porta-cúpulas contendo 2 sarrafos (superior e inferior), onde fixou-se 10 cúpulas em cada sarrafo. Os quadros porta-cúpulas, juntamente com as cúpulas de polietileno, foram inseridos previamente na recria para adquirirem o odor característico da colônia.

Os quadros contendo as larvas nascentes foram transportados ao laboratório, envolvidos em panos úmidos limpos e acondicionados no interior de uma caixa de madeira afim de possibilitar um adequado conforto térmico. Em ambiente com iluminação, temperatura e umidade relativa do ar adequadas, as larvas foram transferidas para as cúpulas artificiais contendo diferentes quantidades de geleia real, determinadas através de pipeta automática de volume variável. As diferentes dietas testadas foram os tratamentos a serem avaliados, onde, TR(20): Transferência de larvas para cúpulas artificiais contendo 20 μ l de geleia real; TR(170): Transferência de larvas para cúpulas artificiais contendo 170 μ l de geleia real; e TR(20+150): Transferência de larvas para cúpulas artificiais contendo 20 μ l de geleia real com suplementação de 150 μ l, 72 horas após a transferência.

Após o abastecimento das cúpulas, procedeu-se com a transferência das larvas com uma agulha apropriada para enxertia (Medeiros et al., 2011; Hendriksma, Härtel & Steffan-Dewenter, 2011). Os quadros porta-cúpulas com as larvas foram devolvidos às recrias com os mesmos cuidados de acondicionamento no transporte mencionados anteriormente. Todo este processo foi realizado entre 14:00 horas e 16:00 horas, segundo horário de Brasília.

A aceitação das larvas transferidas depende diretamente do manejo com as colônias recrias, além da quantidade de alimento disponível, o qual promove condições favoráveis ao desenvolvimento das realeiras, como por exemplo, a população de nutrizes e demais operárias, crias novas, favos novos, e a redução relativa do feromônio da rainha (Johnson, 2010). Para tentar evitar todas estas variações, neste trabalho os tratamentos foram testados juntos em cada colmeia recria, sob o mesmo manejo. Desta forma, todas as larvas de todos os tratamentos ficaram sujeitas às mesmas condições ambiência da colônia, de manejo, de

população de operárias nutrizes e operárias engenheiras bem como de influência do feromônio da rainha na recria.

Oito dias após a enxertia, as realeiras foram engaioladas, e permaneceram em observação até a emergência das rainhas, que logo após a emergência, foram pesadas em uma balança analítica de precisão. Para a realização das pesagens as rainhas foram colocadas em um congelador até paralisarem, em um tempo médio sete minutos. Após a pesagem foram marcadas com tinta atóxica e introduzidas em colmeias de produção.

2.1. Análise de dados

Os parâmetros de avaliação dos tratamentos sob as futuras rainhas foram o percentual de aceitação das larvas, o tempo para o desenvolvimento até a fase adulta e a massa corporal logo após a emergência. Os dados de aceitação das larvas nas recrias foram descritos apenas como estatística descritiva. Os dados de tempo de desenvolvimento do estágio de larva até a fase adulta e da massa corporal logo após a emergência, por serem desbalanceados, foram avaliados através de uma ANOVA, e as médias comparadas através do teste de Kruskal-Wallis. Usou-se para esta avaliação o programa estatístico R versão 4.0.2.

3. Resultados e Discussão

A quantidade de geleia real depositada nas cúpulas não influenciou na aceitação das larvas para se transformarem em rainhas. Os três tratamentos apresentaram quase o mesmo percentual de aceitação, onde 40% a 41% das larvas transferidas evoluíram com as abelhas construindo realeiras (Tabela 1). Outros trabalhos mostraram que variações na aceitação de larvas é comum, com registros de aceitação média de 29,20% (Toledo et al., 2010), 53,2% (Sereia et al., 2013) e até 75,47% (Pereira et al., 2014).

Tabela 1- Aceitação de larvas de abelhas africanizadas (*Apis mellífera* L.) transferidas para cúpulas artificiais de polietileno, em colônias recrias, com diferentes quantidades de geleia real, em Sobral, Ceará.

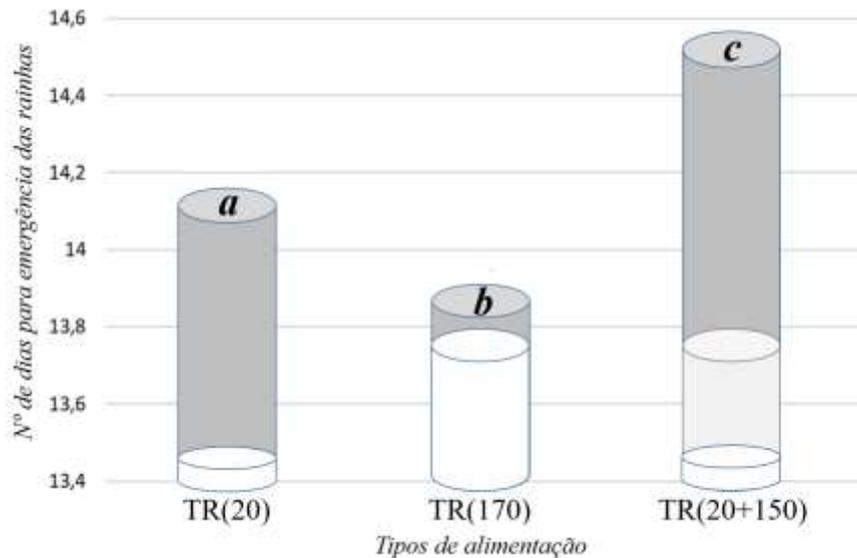
Tratamentos	N° de larvas transferidas	N° de realeiras aceitas	N° de rainhas emergidas	Aceitação (%)
TR (20)	100	40	40	40,00%
TR (170)	100	41	41	41,00%
TR (20+150)	100	41	21	21,00%

Legenda: TR (20): 20 µl de geleia real; TR (170): 170 µl de geleia real; TR (20+150): 20 µl + 150 µl de geleia real. Fonte: Os autores, 2020.

Como pode-se perceber na Tabela 1, o percentual de aceitação das larvas que receberam o TR (20+150), foi semelhante aos demais tratamentos, porém, somente aproximadamente 50% na quantidade de larvas aceitas emergiram como rainhas. Percebe-se que o processo de suplementação das larvas 72 horas após a transferência promoveu uma queda no final do processo de produção, provavelmente por erros no manejo durante a alimentação. Este Resultado mostra que o manejo pode provocar um estresse nas larvas já aceitas nas cúpulas artificiais (Toledo et al., 2010).

O tempo de desenvolvimento das larvas que receberam diferentes quantidades de geleia real foi estatisticamente diferente entre todos os tratamentos ($p < 0,05$) (Figura 1). Os dados mostraram que as larvas que receberam maior quantidade de geleia real em uma única aplicação TR (170), emergiram mais rapidamente do que as que receberam a mesma quantidade em duas aplicações TR (20+150), bem como das rainhas originadas com pouca quantidade de geleia real TR (20) (Figura 1). Apesar das rainhas do TR (170) terem emergido mais rapidamente, esta diferença foi somente de 4 horas para o TR (20) e de 14 horas para o TR (20+150). Portanto, inexpressiva sob o ponto de vista prático no manejo das recrias.

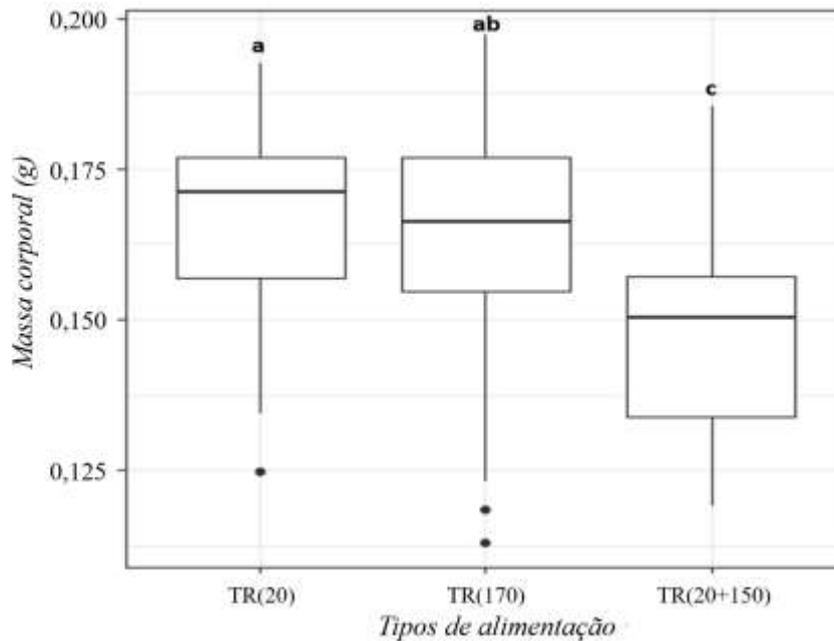
Figura 1- Tempo médio de desenvolvimento de rainhas de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) das fases imaturas até a emergência, sob diferentes formas e quantidades de geleia real administradas em cúpulas artificiais de polietileno, em 2018, no município de Sobral, Ceará.



Legenda- TR (20): 20 μ l de geleia real; TR (170): 170 μ l de geleia real; TR (20+150): 20 μ l + 150 μ l de geleia real. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). As barras em cinza representam as cúpulas artificiais e as barras em branco e cinza claro, a quantidade de alimento aplicada, assim como os tipos de alimento dentro das cúpulas. Fonte: Os autores, 2020.

Percebeu-se que houve diferenças estatísticas na massa corporal das rainhas logo após a emergência quando alimentadas sob as diferentes condições de alimentação testadas. As massas do corpo das rainhas que receberam as dietas TR (20) e TR (170) não diferiram entre si ($p > 0,05$), porém, estas diferiram das rainhas que receberam o TR (20+150) ($p < 0,05$) (Figura 2).

Figura 2- Massa corporal média de rainhas de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) logo após a emergência, desenvolvidas sob diferentes formas e quantidades de geleia real aplicadas nas cúpulas artificiais, em 2018, no município de Sobral, Ceará.



Legenda- TR (20): Transferência de larvas em cúpula artificial com 20 μ l de geleia real; TR (170): Transferência de larvas em cúpula artificial com 170 μ l de geleia real; TR (20+150): Transferência de larvas em cúpula artificial com 20 μ l com suplementação de 150 μ l de geleia real 72 horas após a transferência. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Fonte: Os autores, 2020.

Desta forma, a metodologia de introduzir geleia real em um segundo momento para a mesma larva parece não ser adequada, pois além de poder reduzir a quantidade de rainhas emergidas, também afetou o desenvolvimento das rainhas que sobreviveram. A massa média do corpo das rainhas africanizadas obtidas neste experimento não alcançou a média ideal esperada para rainhas selecionadas geneticamente, que é de cerca de 0,180 g (Sousa, 2009). Há registros no Nordeste do Brasil que rainhas emergiram com uma massa média de até 0,166g (Pereira et al., 2013).

A massa corporal das rainhas logo após a emergência pode também ser influenciada pela condição alimentar da recria, já que recrias alimentadas adequadamente produzem rainhas mais pesadas (Pereira et al., 2015). Desta forma, a alimentação das larvas sofre influência da dieta a que a colônia está submetida (Qu et al., 2008) e a massa inicial das

rainhas é condicionada ainda por sua composição genética (Winston, 2003; Zhang, et al 2015).

A massa média das rainhas originadas neste experimento no TR (20) foi de 0,1678g, no TR (170) obteve-se 0,1638g e no TR (20+150) foi de 0,1512g (Figura 2). Ao se avaliar a influência que o tempo de desenvolvimento até a fase adulta pode impor na massa corporal das rainhas de abelhas africanizadas logo após emergirem, verificou-se que ocorre uma fraca correlação entre estes dois parâmetros ($r = -0,35$; $p < 0,05$). Desta forma, não se pode afirmar que um maior tempo para o desenvolvimento das rainhas implicará em rainhas com maior massa corporal.

O fato de as rainhas emergirem necessitando de somente um mínimo de geleia real, inserido inicialmente nas cúpulas durante a transferência das larvas, mostra que as operárias nutrizas das colônias recrias cumpriram com o seu papel na alimentação das larvas (Traynor, Conte & Page, 2014; Santos, 2015). Desta forma, é interessante que a colmeia recria esteja bem alimentada para se obter um bom desenvolvimento das rainhas a serem produzidas.

4. Considerações Finais

A prática de aplicação de grande quantidade de geleia real administrada nas cúpulas artificiais não produz resultados eficazes na produção de rainhas sob os parâmetros de aceitação das larvas, tempo de desenvolvimento e nem de massa corporal das rainhas no momento da emergência, dadas as condições ambientais em que o estudo foi realizado.

Com os resultados obtidos, estudos futuros relacionados à produção de rainhas *in vitro* poderão usar a mesma metodologia para o desenvolvimento de técnicas de produção bem como para determinar as razões que levaram à queda na quantidade de futuras rainhas em alimentações 72 horas após a transferência.

Agradecimentos

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela Bolsa de Iniciação Científica concedida à primeira autora, que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho.

Referências

Akyol, E., Yeninar, H., Korkmaz, A., & Çakmak, I. (2008). An observation study on the effects of queen age on some characteristics of honeybee colonies. *Italian Journal of Animal Science*, 7(1), 19-25. doi: 10.4081/ijas.2008.19.

Cobey, S. W. (2007). Comparison studies of instrumentally inseminated and naturally mated honey bee queens and factors affecting their performance. *Apidologie*, 38(4), 390-410. doi: 10.1051/apido:2007029.

Doolittle, G. M. (1900). Scientific queen rearing. *Newman&Son*. Chicago: 169p.

Hatjina, F., Bienkowska, M., Charistos, L., Chlebo, R., Costa, C., Dražić, M. M., ... & Kopernicky, J. (2014). 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*, 53(3), 337-363. doi: 10.3896/IBRA.1.53.3.02.

Hendriksma, H. P., Härtel, S., & Steffan-Dewenter, I. (2011). Honey bee risk assessment: new approaches for in vitro larvae rearing and data analyses. *Methods in Ecology and Evolution*, 2(5), 509-517. doi: 10.1111/j.2041-210X.2011.00099.x.

Johnson, B. R. (2010). Division of labor in honeybees: form, function, and proximate mechanisms. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 64(3), 305-316. doi: 10.1007/s00265-009-0874-7.

Kamel, S. M., Osman, M. A. M., Mahmoud, M. F., Mohamed, K. M., & Abd Allah, S. M. (2013). Morphometric study of newly emerged unmated queens of honey bee *Apis mellifera* L. in Ismailia Governorate, Egypt. *Arthropods*, 2(2), 80.

Klein, A. M., Vaissiere, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the royal society B: biological sciences*, 274(1608), 303-313. doi: 10.1098/rspb.2006.3721.

Mahbobi, A., Farshineh-Adl, M., Woyke, J., & Abbasi, S. (2012). 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*, 56(1), 93-98. doi: 10.2478/v10289-012-0010-1.

Medeiros, P. V. Q., Pereira, D. S., Maracajá, P. B., & Sakamoto, S. M. (2011). Produção de abelhas rainha *Apis mellifera* spp.(africanizadas) no semiárido cearense, Brasil. *Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável*, 6(5), 46-50.

Moreira, S. B. L. C., Queiroz, G. S., de Castro, H. A., de Souza, E. A., Pereira, D. S., & de Holanda Neto, J. P. (2017). Infestação do ácaro *Varroa destructor* em colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) no Semiárido potiguar, Nordeste do Brasil. *Revista Verde - (Pombal - PB)* 12(1), 143-149.

Pereira, D. S., da Silva Paiva, C., Barbosa, G. R., Marajá, P. B., & de Lima, C. J. (2013). Produção de rainhas (*Apis mellifera* L.), e taxa de fecundação natural em quatro municípios do nordeste brasileiro. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 8(2), 09-16.

Pereira, D. S., Coelho, W. A. C., Blanco, B. S., & Maracajá, P. B. (2014) Produção de abelhas rainha européias (*Apis mellifera*), utilizando diferentes métodos de manejo em Captain Cook, Havai, EUA. *ACTA Apicola Brasilica*, 2(1), 08-15.

Pereira, D. S., Paiva, C. D. S., Coelho, W. A. C., de Holanda-Neto, J. P., da Silva, A. F., & Maracajá, P. B. (2015) Peso de rainhas virgens africanizadas produzidas em colônias submetidas a diferentes suplementações alimentares em Mossoró-RN, Brasil. *ACTA Apicola Brasilica*, 3(1), 8-24.

Pinheiro, M. D. S. M., Royer, A. F. B., Martins, O., & de Alimentos, E. (2015) Avaliação de dois testes de comportamento higiênico em colônias de *Apis mellifera*. *Enciclopédia Biosfera*,11(22), 2907-2913.doi:10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2015_009.

Qu, N., Jiang, J., Sun, L., Lai, C., Sun, L., & Wu, X. (2008). Proteomic characterization of royal jelly proteins in Chinese (*Apis cerana cerana*) and European (*Apis mellifera*) honeybees. *Biochemistry (moscow)*, 73(6), 676. doi: 10.1134/S0006297908060072.

Rangel, J., Keller, J. J., & Tarpy, D. R. (2013). The effects of honey bee (*Apis mellifera* L.) queen reproductive potential on colony growth. *Insectes sociaux*, 60(1), 65-73. doi: 10.1007/s00040-012-0267-1.

Santos, R. G. (2015). *Longevidade e Produção de Abelhas rainhas africanizadas (Apis mellifera L.) em colmeias sob condições de sol e sombra no Semiárido do Nordeste brasileiro*. 109 f. Dissertação (Mestre no curso de Pós-Graduação em Ciência Animal) Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2015.

Sousa, D. A. (2009). *Aspectos reprodutivos de rainhas africanizadas (Apis melífera L.): influência do peso ao nascer no desempenho das colônias*. 111p. (Dissertação de mestrado). FFCLRP, Ribeirão Preto – USP, 2009.

Sereia, M. J., Toledo, V. D. A. A. D., Furlan, A. C., Faquinello, P., Maia, F. M. C., & Wielewski, P. (2013). Alternative sources of supplements for Africanized honeybees submitted to royal jelly production. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 35(2), 165-171. doi: 10.4025/actascianimsci.v35i2.16976.

Klosowski, A. L. M., Kuasoski, M., & Bonetti, M. B. P. (2020). Apicultura brasileira: inovação e propriedade industrial. *Revista de Política Agrícola*, 1(1), 41.

Traynor, K. S., Le Conte, Y., & Page, R. E. (2014). Queen and young larval pheromones impact nursing and reproductive physiology of honey bee (*Apis mellifera*) workers. *Behavioral ecology and sociobiology*, 68(12), 2059-2073. doi: 10.1007/s00265-014-1811-y.

Winston, M. L. (2003). *The biology of the honey bee*. Cambridge: Havard University Press, 281p.

Zhang, G., Zhang, W., Cui, X., & Xu, B. (2015). Zinc nutrition increases the antioxidant defenses of honey bees. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 156(3), 201-210. doi: 10.1111/eea.12342.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Rita Ednice da Silva– 35%

Vitória Inna Mary de Sousa Muniz – 20%

Felipe Barroso de Sousa - 5%

Francisco Felipe Monteiro Farias - 5%

Jânio Angelo Felix - 5%

José Elton de Melo Nascimento - 5%

Paulo Michael Sousa Rodrigues – 5%

José Everton Alves- 20%