

Influências climáticas, regionais e quantidade de crias no comportamento higiênico da *Apis mellifera*

Climatic, regional, and bee brood quantity influences on the hygienic behavior of *Apis mellifera*

Tapia-González José^{*1,4} [ID](#), León-Mantecón Talit¹, Contreras-Escareño Francisca^{2,4} [ID](#), Macias-Macias José^{1,4} [ID](#), Tapia-Rivera José^{**1,4} [ID](#), Guzmán-Novoa Ernesto^{1,3,4} [ID](#)

¹Departamento de Ciencias Económicas y Administrativas. Centro Universitario del Sur. Universidad de Guadalajara. México, C.P. 49000. ²Departamento de Producción Agrícola, Centro Universitario de la Costa Sur. Universidad de Guadalajara. México, C.P. 48900. ³School of Environmental Sciences, University of Guelph, 50 Stone Road East, Guelph, N1G 2W1, Ontario, Canada. ⁴Centro en Investigaciones en Abejas, Centro Universitario del Sur. Universidad de Guadalajara. México, C.P. 49000. *Autor responsável: José María Tapia González, **Autor para correspondência: José Carlos Tapia Rivera, Dirección postal: Centro Universitario del Sur Av. Enrique Arreola Silva No. 883, colonia centro C.P. 49000, Ciudad Guzmán, Jalisco, México. Tel: 3415752222 ext: 46087. joset@cusur.udg.mx, talit89@hotmail.com, francisca.contreras@academicos.udg.mx, joseoc@cusur.udg.mx, jose.tapia@cusur.udg.mx, eguzman@uoguelph.ca

RESUMO

O comportamento higiênico das abelhas (*Apis mellíferas*) é um mecanismo altamente influenciado por efeitos genéticos que confere resistência contra doenças e parasitas. O objetivo deste estudo foi determinar se as influências climáticas, regionais e quantidades estão relacionadas ao comportamento higiênico nas colmenas do estado de Jalisco, no México. 142 colônias foram avaliadas por meio do método de congelamento do pardrobe com nitrogênio líquido em duas zonas climáticas (áreas de montanha e vale). As colônias localizadas nos municípios da área baixa agitavam-se significativamente mais congeladas que as colônias localizadas nos municípios da área superior ($p < 0,001$) e essas diferenças foram significativamente correlacionadas com a temperatura ambiente ($R = 0,25$, $p < 0,01$) e altura acima do nível do mar (MANM) ($r = - 0,27$, $p < 0,001$). Também foi encontrado que, na região mais quente e inferior da altitude, um terço das colônias era altamente higiênico ($> 80\%$). Esse grau de limpeza é aceitável iniciar projetos de reprodução seletiva de abelhas altamente higiênicas para melhorar a saúde das colônias, o que beneficiaria a indústria de apicultura.

Palavras-chave: *Apis mellifera*, comportamento higiênico, reprodução, clima, altitude.

ABSTRACT

The hygienic behavior of honeybees (*Apis mellifera*) is a mechanism highly influenced by genetic effects that confers resistance against diseases and parasites. The objective of this study was to determine whether climatic, regional and brood quantity influences are related to hygienic behavior in beehives in the state of Jalisco, Mexico. Freezing pupae with liquid nitrogen in two climatic zones (mountain and valley) evaluated 142 colonies. Colonies located in the municipalities of the low zone removed significantly more frozen brood than the colonies located in the municipalities of the higher zone ($p < 0.001$), and these differences were significantly correlated with environmental temperature ($r = 0.25$, $p < 0.01$) and altitude above sea level (m a.s.l) ($r = - 0.27$, $p < 0.001$). It was also found that in the warmer, lower altitude region, one third of the colonies were highly hygienic ($> 80\%$). This degree of cleanliness is acceptable for initiating selective breeding projects for highly hygienic bees to improve colony health, which would benefit the beekeeping industry.

Keywords: *Apis mellifera*, hygienic behavior, reproduction, climate, altitude.

INTRODUÇÃO

O México é um dos principais países produtores e exportadores de abelhas (*Apis mellifera*) no mundo e apicultura é uma atividade de enorme importância socioeconômica para o país. Cerca de 45.000 produtores são dedicados a ele, que trabalham cerca de 1,9 milhão de colônias (Magaña *et al.*, 2016). No entanto, nos últimos anos, a produção de mel não aumentou devido à falta de processos que podem potencializar este setor (Contreras-Escareño *et al.*, 2013; Soto-Muciño *et al.*, 2017). A apicultura mexicana é afetada por vários fatores que reduzem a produtividade e a lucratividade das colônias, incluindo doenças das abelhas causadas por vários microrganismos e parasitas (Magaña-Magaña *et al.*, 2016). Em Jalisco, um dos principais estados produtores de mel do México, prevalecem doenças que afetam a crias de adultos e abelhas, como nosemose, varroose e ascoferiose (Tapia-González *et al.*, 2017, 2019, 2020). Esses problemas de saúde podem produzir perdas econômicas de muitos milhões de pesos anualmente, mas as perdas poderiam ser reduzidas se os apicultores estabeleçam programas de reprodução seletivos para desenvolver raça de abelhas resistentes a doenças e parasitas.

Um dos mecanismos de resistência a doenças e parasitas das abelhas mais conhecidas do mel é o comportamento higiênico, que consiste na capacidade das abelhas para detectar fantoches mortos, doentes ou parasitados e ácaros destrutivos, com o fim de abrir as células para limpá-los. Portanto, através deste mecanismo essencial, os riscos de transmissão de patógenos e parasitas são reduzidos (Emsen *et al.*, 2012). O comportamento higiênico é importante em insetos sociais para superlotação em que vivem, já que, se um indivíduo fica doente, a possibilidade de transmissão entre os membros da colônia é muito alta (Guzman-Novoa e Morfin, 2019). Além disso, as colônias de abelhas com alto comportamento higiênico podem aumentar a produção de mel (Wielewski *et al.*, 2012).

O comportamento higiênico das abelhas é afetado por efeitos genéticos e é hereditário (Arechavaleta-Velasco *et al.*, 2011; Pernal *et al.*, 2012), por isso é viável desenvolver altamente abelhas higiênicas através de programas de melhoria genética (Ivernizzi *et al.*, 2011). A expressão do comportamento higiênico é variável (Xonis *et al.*, 2015), que se deve em parte aos efeitos genéticos acima mencionados, mas também à influência dos fatores ambientais. Pouco é conhecido sobre os efeitos ambientais que afetam o comportamento higiênico das abelhas do mel, mas foi relatado que a quantidade de colônias reproduzindo e mudanças no fluxo de néctar coletadas por abelhas podem afetá-lo (Wagoner *et al.*, 2018), outros estudos apoiam a ideia de comportamento das abelhas (Sousa *et al.*, 2016). É importante determinar quais fatores ambientais influenciam o comportamento higiênico das abelhas para padronizar seus efeitos ao estabelecer programas de reprodução seletivos para desenvolver cepas altamente higiênicas de

abelhas. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi determinar se o clima, as influências regionais estão relacionadas ao comportamento higiênico em colmeias do estado de Jalisco, no México.

MATERIAL E MÉTODOS

Regiões de estudo. O presente trabalho foi realizado em apiários de sete municípios do Estado de Jalisco, México, localizado numa alta região ou montanha (Tapalpa e Unión de Guadalupe) e numa região baixa ou de nível (Tamazula de Gordian, Zapotlán El Grande, Sayula, San Martín Hidalgo e Zacoalco de Torres). O clima e a altitude acima do nível do mar (MSNM) apresentam grandes contrastes devido à variada conformação de alívio dessas regiões ([Plano de Desenvolvimento Regional, 2012](#)). 142 Colônias de 45 apiários foram usadas para avaliar seu comportamento higiênico e capacidade reprodutiva nos sete municípios mencionados (Tabela1) durante o período Estudo (entre março e maio).

Tabela 1. Número de colônias de abelhas e apiários avaliados pelo comportamento higiênico por município nas regiões de montanha e planície de Jalisco, México

Município	Região	No. colônias	No. apiários
Tapalpa	Montanha	27	9
Unión de Guadalupe	Montanha	28	9
Tamazula	Planície	17	5
Zapotlán el Grande	Planície	14	4
Sayula	Planície	22	7
San Martín Hidalgo	Planície	18	6
Zacoalco	Planície	16	5
Total		142	45

Unidades experimentais. De cada apiário dos sete municípios foram randomizados e marcados de três a quatro colônias, que foram identificadas com um álbum de plástico onde o número da colônia foi registrado e registros de localização foram tomadas. Cada colônia selecionada foi aberta e inspecionada para garantir que os sinais de doenças reprodutoras não fossem detectados visualmente (loque americana, loque ou pútrida européia, Ascoferiose ou Sacbrood). As colônias que apresentaram qualquer indicação de doença não foram usadas.

Avaliação do comportamento higiênico. De cada uma das colônias selecionadas, o quadro de reprodução foi escolhido com tantas células operadas com um padrão contínuo e uniforme. A estrutura escolhida foi colocada horizontalmente até a colmeia, e nele um cilindro foi colocado sem um policloreto de vinil (PVC) de 10 x 11 cm, exercendo uma ligeira pressão com movimentos num círculo sobre a cria operculada. Estima-se que este cilindro cobriu uma quantidade média de 350 células. Posteriormente, a cria foi levada em abate dentro do cilindro por congelamento (Spivak, 1996). Para isso, 250 ml de nitrogênio líquido (-195 °C) foram esvaziados dentro deste cilindro (-195 °C) utilizando um derramamento de alumínio. Uma vez terminado o processo de evaporação do nitrogênio (aproximadamente 1 min), foi retirada uma imagem digital (Nikon, Coolpix) da área de cria congelada para contar mais tarde o número de células iniciais. O quadro experimental foi identificado com o número da colônia, marcando-o com indelével na cabeça. Posteriormente, o quadro foi introduzido no centro da câmara de cria da colônia de origem, para que os trabalhadores iniciarem a remoção da cria abatida (comportamento higiênico). Após 24 horas deste procedimento, a colmeia foi reaberta e o quadro foi extraído com a cria que estava congelada. Uma segunda fotografia da área congelada foi tomada para contar o número de células limpas (onde as abelhas removidas pupas). Em seguida, usando números de células de ambas as fotografias, a porcentagem de remoção de cria (Espinosa-Montañó *et al.*, 2008) foi determinada, este procedimento foi realizado em uma ocasião. A fórmula a seguir foi usada para obter a porcentagem de remoção de cria:

$$\text{Porcentagem de remoção de cria} = \frac{\text{Número de pupas removidas}}{\text{Células congeladas totais}} (100)$$

Determinação da capacidade reprodutiva das colônias. Para determinar a capacidade reprodutiva, o número de prateleiras com uma cria operculada foi calculado em cada colônia, estimando a proporção da área de cada favo de mel que foi coberto com cria selada (0-1,0) e estes valores foram adicionados (Delaplane *et al.*, 2013).

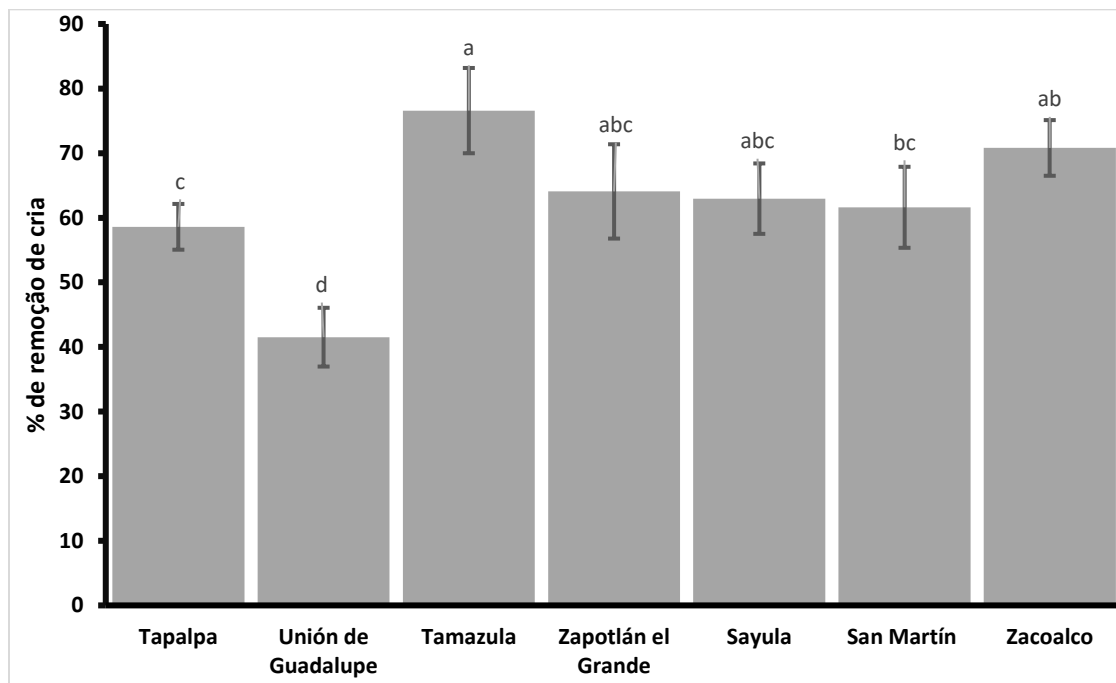
Determinação de altitude e variáveis climáticas. Para medir a altitude acima do nível do mar (MANM) de cada apiário, foi utilizado um GPS (Sportrack-Color, Magellan). Os dados médios de umidade de temperatura e ambiente foram obtidos da página eletrônica, municípios de Jalisco (Governo do Estado de Jalisco, 2019).

Análise estatística. Os dados percentuais de comportamento higiênico foram transformados na raiz quadrada arcosum para normalizá-los como sugere William (1990) y Medina-Flores *et al* (2019). O número de favos de mel com crias necessária transformação logarítmica e dados climáticos não foram transformados apresentando uma distribuição normal, para definir a normalidade dos dados, o teste de Kolmogorov-Smirnov (Hanusz e Tarasińska, 2015) foi usado. As respostas higiênicas das colônias,

bem como a quantidade de parâmetros reprodutores e climáticos foram analisadas entre os municípios por meio de análise de variância. Quando ser encontrado significativamente, os meios foram separados e comparados com os testes protegidos por Fisher ($p < 0,05$). Os dados entre as regiões foram comparados com os testes T Student. Além disso, com os testes da Pearson, a resposta higiênica das colônias com a quantidade de parâmetros de cria e clima foi correlacionada. Além disso, os histogramas de distribuição de frequência foram criados para determinar a porcentagem de colônias com baixa e alta comportamento higiênico para as colônias de cada região. As análises foram realizadas com o pacote estatístico SPSS versão 24[®] (Quezada-Lucio, 2017).

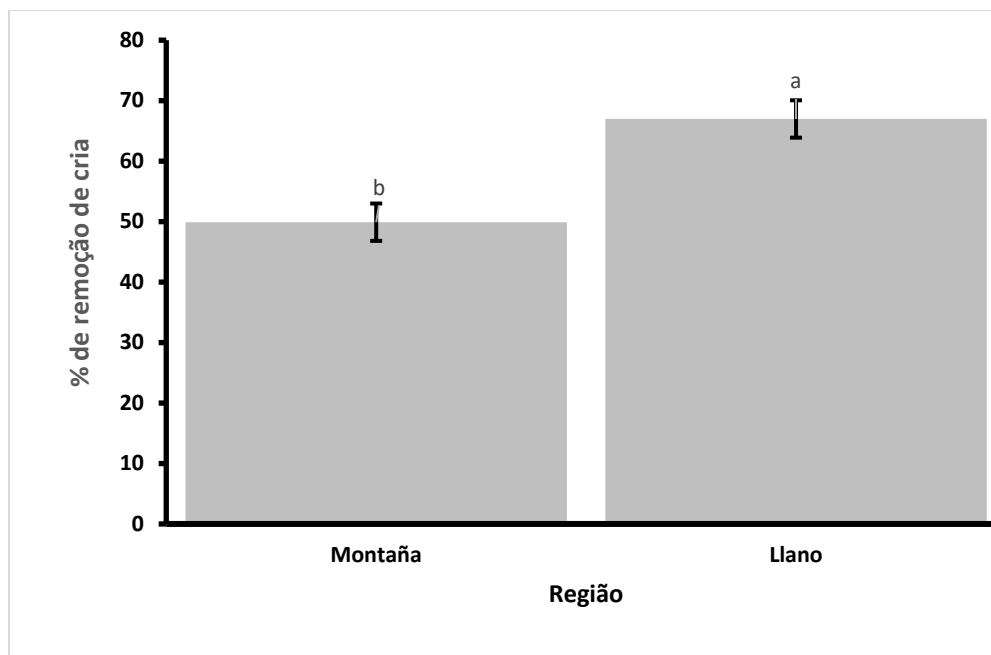
RESULTADOS

O grau de comportamento higiênico das colônias de abelhas variou significativamente entre os municípios ($F_{6,135} = 4,88$, $p < 0,001$) e entre regiões ($T_{140} = - 4.05$, $p < 0,001$). As colônias localizadas nos municípios da região de planície foram significativamente mais higiênicas do que as colônias localizadas nos municípios da montanha (Figuras 1, 2).



Letras diferentes sobre as barras significam diferenças significativas com base em análise de variância e testes de Fisher.

Figura 1. Porcentagem de remoção de cria \pm E.P. de 142 colônias de abelhas em sete municípios



Letras diferentes nas barras significam diferenças significativas com base em um teste de T

Figura 2. Porcentagem de remoção d cria ± E.P. de 142 colônias de abelhas em duas regiões

Diferenças significativas foram encontradas na quantidade de cria de colônias, bem como na temperatura relativa e a umidade entre os municípios ($F_{6,135} = 4,94$, $F_{6,135} = 70,28$, $F_{6,135} = 63,07$, respectivamente). Diferenças significativas também foram observadas para a temperatura entre regiões ($T_{140} = - 10,50$, $p < 0,0001$), mas não para umidade relativa e quantidade de cria ($T_{140} = - 0,31$ e $T_{140} = - 0,32$, $p > 0,75$, respectivamente). Para a quantidade de cria e umidade relativa, um padrão relacionado à região ou com o MANM não foi observado. Havia variação semelhante nos municípios de ambas as regiões para esses dois fatores. Para o fator de temperatura, as colônias localizadas nos municípios da área de planície tiveram um clima significativamente mais quente do que as colônias localizadas nos municípios da montanha (Tabelas 2, 3).

Tabela 2. Médias ± E.P. de quantidade de cria (número de favos de mel) e fatores climáticos e ambientais (altura acima do nível do mar: MANM) de abelhas colônias avaliadas para comportamento higiênico pelo município

Município	Favos c/ cria	Temperatura	Umidade Rel.	manm
Tapalpa	4.9 ± 0.2 ^c	29.2 ± 0.3 ^c	24.2 ± 0.6 ^c	2119 ± 22
Unión de Guadalupe	5.7 ± 0.2 ^a	23.3 ± 0.6 ^d	34.6 ± 2.0 ^b	1912 ± 18
Tamazula	6.1 ± 0.4 ^a	33.3 ± 0.4 ^b	16.5 ± 0.5 ^d	1313 ± 10
Zapotlán el Grande	5.0 ± 0.3 ^{bc}	27.9 ± 0.3 ^c	42.9 ± 1.3 ^a	1512 ± 21
Sayula	5.5 ± 0.3 ^{abc}	36.5 ± 0.6 ^a	36.7 ± 1.1 ^b	1425 ± 38
San Martín Hidalgo	4.3 ± 0.2 ^c	34.2 ± 0.7 ^{a,b}	13.8 ± 0.6 ^e	1317 ± 12
Zacoalco	5.3 ± 0.2 ^{abc}	31.9 ± 0.9 ^b	44.1 ± 2.6 ^a	1455 ± 12

Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os municípios com base na análise de variância e nos testes de Fisher.

Tabela 3. Médias ± E.P. de quantidade de cria (número de favos de mel) e fatores climáticos e ambientais (altura no nível do mar: MANM) de abelhas colônias avaliadas para comportamento higiênico por região

Região	Favos c/ cria	Temperatura	Umidade Rel.	manm
Planície	5.2 ± 0.1 ^a	33.2 ± 0.4 ^a	30.2 ± 1.5 ^a	1400 ± 13
Montanha	5.3 ± 0.2 ^a	26.2 ± 0.5 ^b	29.5 ± 1.3 ^a	2016 ± 20

Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as regiões com base nos testes T de Student.

Correlações significativas foram encontradas entre o grau de comportamento higiênico das colônias, temperatura ambiente e manm. No entanto, não houve correlação significativa do comportamento higiênico das colônias ou da quantidade de cria ou humidade relativa (Tabela 4).

Tabela 4. Correlações e intervalo confiável (I. C. 95%) entre o nível de comportamento higiênico (C. H.) das colônias de abelhas avaliadas e fatores climáticos, ambientais e de favo de mel com cria

Características correlacionadas	r	p	I. C. 95%
C. H. – Temperatura	0.25	0.002	0.09-0.40
C. H. – Umidade relativa	0.02	0.826	- 0.15-0.19
C. H. – Altura no nível do mar	- 0.27	0.001	- 0.41-0.12
C. H. – Favos de mel com cria		0.03	0.756 - 0.14-0.20

Analisando todas as colônias avaliadas, 50% deles tiveram baixos níveis de comportamento higiênico (<60%), enquanto 25,3 e 11,3% deles, tinham um alto comportamento higiênico (> 80%) ou muito alto (> 95%), respectivamente. A análise por regiões revelou que, na região de planície, uma porcentagem mais elevada de colônias mostrou alto comportamento higiênico (> 80%) em comparação com as colônias da região da montanha (34,5 e 10,9%, respectivamente, figuras 3a e 3b). Além disso, na região simples, 16,1% das colônias mostraram um comportamento sanitário muito alto (> 95%) contra apenas 3,6% das colônias na região da montanha. Este estudo mostrou que as colônias de abelhas localizadas nos municípios da região de planície foram significativamente mais higiênicas do que as colônias localizadas nos municípios da região da montanha e que essas diferenças estão relacionadas à temperatura ambiente e à MANM. Também foi descoberto que nos municípios mais quentes e inferiores da altitude, há uma proporção maior de colônias de abelhas com alto ou muito alto comportamento higiênico do que em locais mais frios e superiores.

DISCUSIÓN DISCUSSÃO

Embora houvesse um grau de variabilidade entre os municípios, o número de favos de mel com cria de abelhas não estava relacionado à remoção de cria, então aparentemente não influenciou o comportamento higiênico nas populações das abelhas estudadas. Este

resultado provavelmente foi devido a uma variação reduzida na quantidade de cria das colônias estudadas entre as regiões. É possível que, em outro momento, essas condições possam mudar e que as diferenças de favos de mel com cria nas colônias possam resultar em diferenças populacionais que influenciariam seu grau de comportamento higiênico. Independentemente desse possível cenário hipotético, o que exigiria avaliações freqüentes ao longo do ano para demonstrar, o estudo de [Medina-Flores *et al.* \(2014a\)](#) concorda com os resultados deste trabalho. [Medina-Flores *et al.* \(2014a\)](#) congelados com favos de mel de nitrogênio líquido de colônias de abelhas em Zacatecas e avaliaram seu comportamento higiênico, não encontrando correlações estatísticas entre a cria morta e o número de favos de mel com cria.

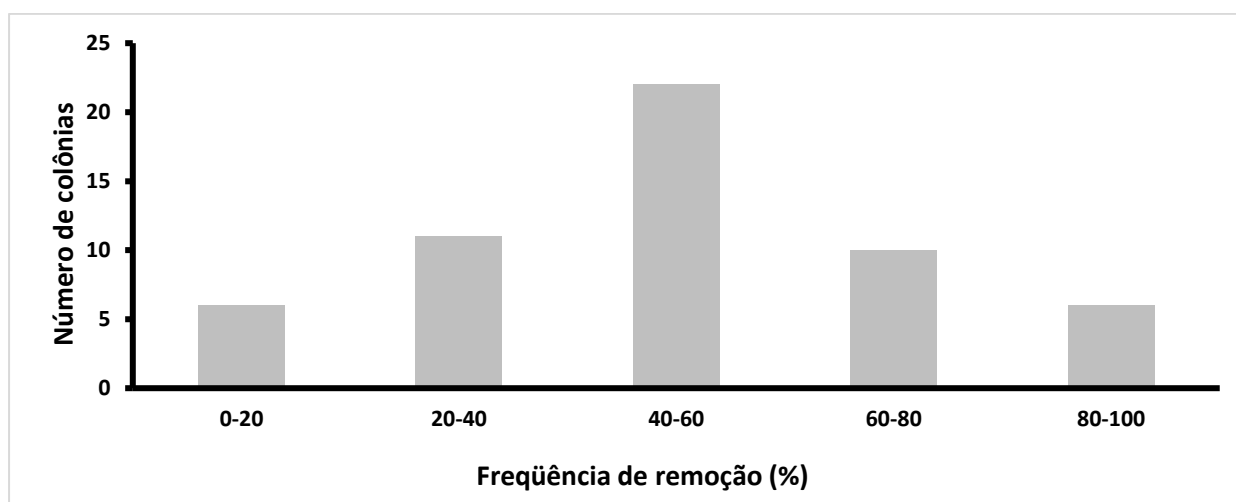


Figura 3a. Frequência de colônias com diferentes percentagens de remoção de cria na área da montanha (n = 55)

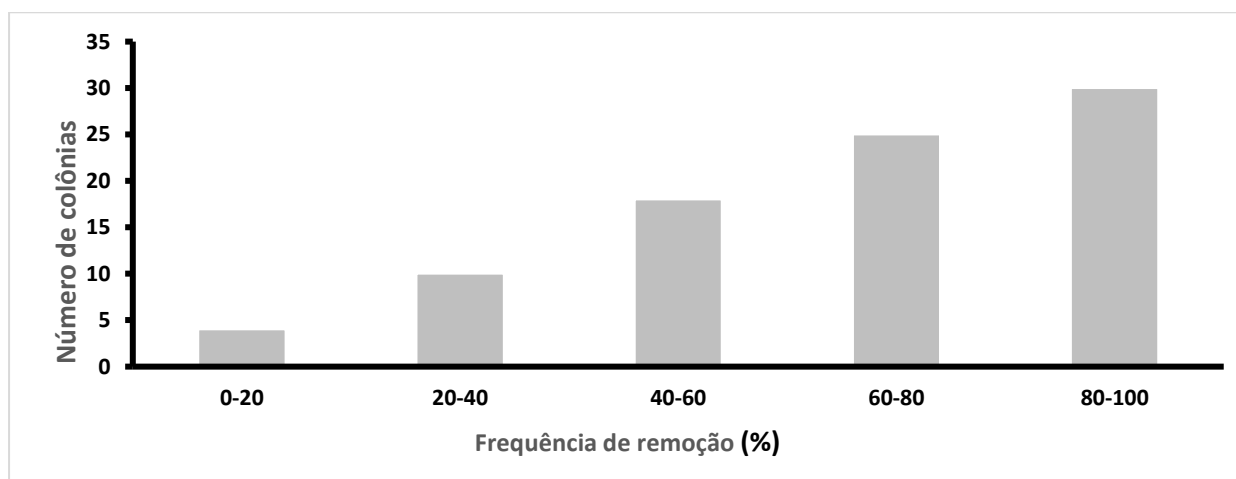


Figura 3b. Frequência de colônias com diferentes percentagens de remoção de cria na área da planície (n = 87)

Dentro dos fatores climáticos, a umidade relativa não teve correlação significativa com comportamento higiênico, mas uma correlação positiva e significativa foi encontrada entre a temperatura ambiental e a remoção de cria morta, indicando que, à medida que a temperatura aumenta também a remoção da remoção da cria. Em um estudo semelhante realizado no Brasil em diferentes altitudes e com abelhas africanizadas, houve também uma correlação positiva entre temperatura e remoção de cria (Sousa *et al.*, 2016). Por sua parte Cheruiyot *et al.* (2017) eles apontam que as variáveis climáticas poderiam exercer uma influência no comportamento higiênico. É possível que a temperatura e a africanização favorecessem uma maior atividade motora das abelhas e que facilitam a remoção de cria morta, mas essa hipótese teria que ser comprovada em estudos futuros, uma vez que não era o objetivo desta investigação.

O comportamento higiênico das populações de abelhas estudado também correlacionou, embora negativamente, com o MANM, que indica que, como os apiários foram maiores (numa gama de MANM de 1235 a 2248 m), menor o grau de comportamento higiênico das colônias. Além disso, ao comparar as regiões, as colônias localizadas na região de planície foram significativamente mais higiênicas do que as colônias da região da montanha. O acima é corroborado por uma porcentagem menor de colônias com alto comportamento higiênico na região da montanha (11%), enquanto na região llana, a porcentagem de colônias altamente higiênicas foi maior (> 34%). Essas diferenças provavelmente podem ser atribuíveis a uma maior incidência de abelhas com ascendência africana (*Apis mellifera scutellata*) na área simples, uma vez que as abelhas africanizadas são mais higiênicas e têm maior capacidade de detectar, deotoper e remover doente ou infestado de *V. Destructor* de raças européias (Pereira *et al.*, 2013; Medina-Flores *et al.*, 2014b Nganso *et al.*, 2017).

É demonstrado que o grau de africanização de populações de abelhas no México mostra um gradiente contínuo associado a MANM. Em altitudes mais baixas, o grau de africanização das colônias é maior do que nas áreas de montanha (Medina-Flores *et al.*, 2015; Domínguez-Ayala *et al.*, 2016; Guzmán-Novoa *et al.*, 2020) e a maioria das colônias africanizaram no México manifestar níveis mais baixos de infestação por *V. Destructor* e doenças virais e cria, em parte devido ao comportamento higiênico das abelhas (Guzman-Novoa *et al.*, 2012, 2013; Medina-Flores *et al.*, 2014a, b, c; Hamiduzzaman *et al.*, 2015), embora às vezes, apesar de seu alto comportamento higiênico, uma combinação de parasitose como a varroose e *Ascoferiose* podem fazer colônias de abelhas africanas (Medina e Vicario-Mejía, 1999, 1999). Uma evidência adicional que apoia a presunção de maior grau de africanização das colônias na região de planície, são os resultados do Esquivel *et al.* (2015), que mostrou que as abelhas das colônias da região simples eram mais africanas e defensivas do que as abelhas das colônias da região da montanha.

O fato de ter encontrado que mais de 25% das colônias avaliadas tiveram 80% de comportamento higiênico e que mais de 11% deles mostraram grau de comportamento higiênico > 95% sugerem que esses percentuais de remoção de cria são aceitáveis para iniciar projetos de reprodução seletiva de abelhas altamente higiênicas para melhorar a saúde das colônias. Essas porcentagens são maiores que as relatadas em outros trabalhos, como a [Medina-Flores et al. \(2014c\)](#) no estado de Zacatecas, onde a remoção média de cria a 48 h foi de 75% nas colônias mais higiênicas. [Masaquiza et al. \(2017\)](#) estudando colônias de abelhas africanizadas no Equador, encontradas porcentagens de 76% de remoção de cria usando o método de punção de agulha, método que envelope o comportamento higiênico das abelhas ([Espinosa-Montaña et al., 2008](#)). Portanto, pode-se concluir que os resultados encontrados neste trabalho são importantes porque a potencial reprodução de abelhas genótipos com alto comportamento higiênico, contribui para aumentar a resistência de colônias para doenças ([Guzman-Novoa e Morfin, 2019](#)), que é útil para reduzir o uso de antibióticos na prevenção e tratamento de surtos de doenças reprodutoras. Da mesma forma, as colônias higiênicas teriam menos ácaros de *V. destructor* do que aqueles não selecionados ([Spivak, 1996](#)) e poderiam ser capazes de se manter saudável apesar da existência de colônias infestadas no mesmo apiário ([Russo et al., 2020](#)). Além disso, a resistência a doenças parasitárias e ácaros, o comportamento higiênico das abelhas também foi relacionado a um efeito positivo na produção de mel ([Wielewski et al., 2012](#); [Medina-Flores et al., 2014c](#)).

Vários estudos mostraram que o comportamento higiênico das abelhas é fortemente influenciado por efeitos genéticos e pelo menos sete loci o controle ([Arechavaleta-Velasco et al., 2011](#)). O índice de hereditariedade para este recurso foi estimado entre 0,17 e 0,63 ([Boecking et al., 2000](#); [Pernal et al., 2012](#)), por isso é viável desenvolver raças de abelhas higiênicas em programas de melhoria genética. Na verdade, [Spivak \(1996\)](#) produziu duas linhas de abelhas altas e sob comportamento higiênico. Além disso, o comportamento higiênico é principalmente herdado através da linha materna ([Unger e Guzman-Novoa, 2010](#)), então progresso genético seria esperado na progênie de gerações futuras, mesmo quando as rainhas higiênicas são fertilizadas pelo zangão de populações não higiênicas ([Ivernizzi et al., 2011](#)). Todos os itens acima permitem inferir que, se os programas de reprodução seletivos sejam iniciados com colônias nas regiões estudadas, a melhoria genética da geração ocorreria para o benefício dos apicultores. A seleção de colônias na região da montanha usaria uma base de abelha mais europeia, enquanto a seleção de colônias na região de planície faria com abelhas com maior grau de africanização. Para ser implementado esses programas, também deve ser considerado que as abelhas africanizadas produzem menos mel e são mais defensivas do que as européias ([Uribe-Rubio et al., 2003](#); [Guzmán-Novoa e Uribe-Rubio, 2004](#)).

CONCLUSÃO

O grau de comportamento higiênico das populações de abelhas estudado varia em relação às condições climáticas e ambientais. Colônias estabelecidas em regiões mais quentes e em menor altitude exibiram graus maiores de comportamento higiênico em comparação com colônias estabelecidas em áreas mais frescas e em maior altitude. Verificou-se também que mais de 25% das colônias avaliadas tiveram um alto grau de comportamento higiênico (> 80%), que iniciaria projetos de reprodução seletivos de abelhas altamente higiênicas para melhorar a saúde das colônias, o que beneficiaria a indústria apicultura.

IMPLICAÇÕES

As implicações deste estudo avaliando e caracterizando o comportamento higiênico das colônias de abelhas em vários municípios do Estado de Jalisco de acordo com suas condições climáticas, favorecendo os projetos de cria seletivos de abelhas para o benefício do setor de apicultura.

AGRADECIMENTOS

A associação de apicultores e polinizadores de Jalisco é apreciada pelo seu apoio, facilitando o uso das colônias e apiários estudados neste trabalho.

Para todos os colaboradores na coleção de amostras.

LITERATURA CITADA

ARECHA VALETA-VELASCO ME, Hunt GJ, Spivak M, Camacho-Rea C. 2011. Loci de rasgos binarios que influyen en la expresión del comportamiento higiénico de las abejas melíferas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 2 (3): 238-298. ISSN: 2007-1124. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242011000300004

BOECKING O, Bienefeld K, Drescher W. 2000. Heritability of the Varroa-specific hygienic behavior in honey bees (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 117 (6): 417-424. ISSN: 1439-0388. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0388.2000.00271.x>

CHERUIYOT S, Lattorff H, Kahuthia-Gathu R, Mbugi J, Muli E. 2018. Varroa-specific hygienic behavior of *Apis mellifera scutellata* in Kenya. *Apidologie*, 49(4): 439-449. <https://doi.org/10.1007/s13592-018-0570-6>

CONTRERAS-ESCAREÑO F, Pérez AB, Echazarreta CM, Cavazos AJ, Macías-Macías JO, Tapia-González JM. 2013. Características y situación actual de la apicultura en las regiones Sur y Sureste de Jalisco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 4(3): 387-398. ISSN: 2007-1124. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242013000300009

DELAPLANE KS, van der Steen J, Guzman-Novoa E. 2013. Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies. *Journal of Apicultural Research*. 52: 1-12. ISSN: 0021-8839. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3896/IBRA.1.52.1.03>

DOMÍNGUEZ-AYALA R, Moo-Valle H, May-Itzá WJ, Medina-Peralta S, Quezada-Euán JGG. 2016. Stock composition of northern Neotropical honey bees: mitotype and morphotype diversity in Mexico (Hymenoptera: Apidae). *Apidologie*. 47: 642-652. ISSN: 0044-8435. <https://doi.org/10.1007/s13592-015-0414-6>

EMSEN B, Petukhova T, Guzman-Novoa E. 2012. Factors limiting the growth of *Varroa destructor* populations in selected honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 11: 4519-4525. ISSN:1680-5593.
https://www.researchgate.net/publication/287716219_Factors_Limiting_the_Growth_of_Varroa_destructor_Populations_in_Selected_Honey_Bee_Apis_mellifera_L_Colonies

ESPINOSA-MONTAÑO LG, Guzman-Novoa E, Sánchez-Albarrán A, Montaldo HH, Correa-Benítez A. 2008. Estudio comparativo de tres pruebas para evaluar el comportamiento higiénico en colonias de abejas (*Apis mellifera* L.). *Veterinaria. México* 39: 39-54. ISSN: 0301-5092.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922008000100004

ESQUIVEL R, Macías-Macías J, Tapia-González J, Contreras-Escareño F, de León Mantecón M, Silva-Contreras A. 2015. Selección de abejas (*Apis mellifera* L) con baja defensividad y su relación con el ambiente en Jalisco, México. *Abanico Veterinario*. 5(1): 44-50. ISSN: 2448-6132. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-61322015000100044&script=sci_arttext

GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO. 2019. Municipios de Jalisco. <https://www.jalisco.gob.mx/jalisco/municipios>

GUZMAN-NOVOA E, Uribe-Rubio JL. 2004. Honey production by European, Africanized and hybrid honey bee (*Apis mellifera*) colonies in Mexico. *American Bee Journal*. 144: 318-320. ISSN: 0002-7626. <https://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-64046-8.00254-8>

GUZMAN-NOVOA E, Hamiduzzaman MM, Espinosa-Montaña L, Correa-Benítez A, Anguiano-Baez R, Ponce-Vázquez R. 2012. First detection of four viruses in honey bee (*Apis mellifera*) workers with and without deformed wings and *Varroa destructor* in Mexico. *Journal of Apicultural Research*. 51: 342-346. ISSN: 0021-8839.
<https://doi.org/10.3896/IBRA.1.51.4.08>

GUZMAN-NOVOA E, Hamiduzzaman MM, Correa-Benítez A, Espinosa-Montaña LG, Uribe-Rubio JL. 2013. A scientific note on the first detection of black queen cell virus in honey bees (*Apis mellifera*) in Mexico. *Apidologie*. 4: 382-384. ISSN: 0044-8435. <https://doi.org/10.1007/s13592-012-0191-4>

GUZMAN-NOVOA E, Morfin N. 2019. Disease resistance in honey bees (*Apis mellifera* L.) at the colony and individual levels. In: Moo-Young, M. (Ed.), *Comprehensive Biotechnology*. Vol. 4 (67). Elsevier: Pergamon. Pp. 811-817. ISBN-10: 0444533524. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64046-8.00254-8>

GUZMAN-NOVOA E., Morfin N, De la Mora A, Macías-Macías JO, Tapia-González JM, Contreras-Escareño F, Medina-Flores CA, Correa-Benítez A, Quezada-Euán JJG. 2020. The process and outcome of the africanization of honey bees in Mexico: lessons and future directions. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 8: 608091. ISSN: 2296-701X. <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.608091>

HANUSZ Z y Tarasińska J. 2015. Normalization of the Kolmogorov–Smirnov and Shapiro–Wilk tests of normality. *Biometrical Letters*. 52(2): 85-93. <https://doi.org/10.1515/bile-2015-0008>

HAMIDUZZAMAN MM, Guzman-Novoa E, Goodwin PH, Reyes-Quintana M, Koleoglu G, Correa-Benítez A, Petukhova T. 2015. Differential responses of Africanized and European honey bees (*Apis mellifera*) to viral replication following mechanical transmission or *Varroa destructor* parasitism. *Journal of Invertebrate Pathology*. 126: 12-20. ISSN: 0022-2011. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2014.12.004>

IVERNIZZI C, Rivas F, Bettucci L. 2011. Resistance to chalkbrood disease in *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) colonies with different hygienic behavior. *Neotropical Entomology*. 40: 28-34. ISSN: 1519-566X. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2011000100004>

MAGAÑA-MAGAÑA M, Tavera-Cortés M, Salazar-Barrientos L, Sanginés-García J. 2016. Productividad de la apicultura en México y su impacto sobre la rentabilidad. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas* 7: 1103-1115. ISSN: 2007-0934. <https://doi.org/10.29312/remexca.v7i5.235>

MASQUIZA D, Curbelo-Rodríguez LM, Díaz-Monroy BL, Pilataxi R, Andrade-Yucailla V. 2017. Comportamiento higiénico y nivel de infestación con *Varroa destructor* de *Apis mellifera* en la zona centro del Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Investigaciones Agropecuarias*. 2(1):25–30. ISSN: 2528-8172. <https://doi.org/10.31164/reiagro.v2n1.5>

MEDINA LM, Vicario-Mejía E. 1999. The presence of *Varroa jacobsoni* mite and *Ascosphaera apis* fungi in collapsing and normal honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies in Yucatan, Mexico. *American Bee Journal*. 139(10): 794-796. ISSN: 0002-7626. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0033247087&partnerID=MN8TOARS>

MEDINA-FLORES CA, Guzman-Novoa E, Aréchiga C, Gutiérrez-Bañuelos H, Aguilera-Soto JI. 2014a. Honey production and *Varroa destructor* infestation of Africanized honey bee (*Apis mellifera*) colonies with high and low hygienic behavior. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 5(2): 157-170. ISSN: 2007-1124. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v5i2.3222>

MEDINA-FLORES CA, Guzman-Novoa E, Hamiduzzaman MM, Aréchiga-Flores C, López-Carlos M. 2014b. Africanized honey bees (*Apis mellifera*) have low infestation levels of the mite *Varroa destructor* in different ecological regions in Mexico. *Genetics and Molecular Research*. 13: 7282-7293. ISSN: 1676-5680. <https://doi.org/10.4238/2014.February.21.10>

MEDINA-FLORES CA, Guzman-Novoa E, Espinosa-Montaña LG, Uribe-Rubio JL, Gutierrez-Luna R, Gutierrez-Piña F. 2014c. Frequency of varroosis and nosemosis in honey bee (*Apis mellifera*) colonies in the state of Zacatecas, Mexico. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 20: 159-167. ISSN: 2007-4018. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2013.08.028>

MEDINA-FLORES CA, Guzman-Novoa E, Hamiduzzaman MM, Aguilera-Soto J, López-Carlos MA. 2015. Africanization of honey bees (*Apis mellifera*) in three climatic regions of northern Mexico. *Veterinaria México*. 2(4): 1-9. ISSN: 0301-5092. <https://doi.org/10.21753/vmoa.2.4.353>

MEDINA-FLORES CA, Guzmán-Novoa E, Aguilera JI, López MA, Medina-Cuéllar SE. 2019. Condiciones poblacionales y alimenticias de colonias de abejas melíferas (*Apis mellifera*) en tres regiones del altiplano semiárido de México. *Rev. mex. de cienc. Pecuarias*. 10(1): 199-211. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i1.4387>

NGANSO BT, Fombong AT, Yusuf A A, Pirk CWW, Stuhl C, Torto B. 2017. Hygienic and grooming behaviors in African and European honeybees-New damage categories in *Varroa destructor*. *PLoS ONE*. 12(6): e0179329. ISSN:1932-6203. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179329>

PEREIRA RA, Morais MM, Franco TM, Gonçalves LS. 2013. Hygienic behavior of Africanized honey bees *Apis mellifera* directed towards brood in old and new combs during diurnal and nocturnal periods. *Insects*. 4(4): 521-532. ISSN: 2075-4450. <https://doi.org/10.3390/insects4040521>

PERNAL SF, Sewalem A, Melathopoulos AP. 2012. Breeding for hygienic behavior in honeybees (*Apis mellifera*) using free-mated nucleus colonies. *Apidologie*. 43: 403-416. ISSN: 0044-8435. <https://doi.org/10.1007/s13592-011-0105-x>

PLAN REGIONAL DE DESARROLLO. 2012. Región 06 Sur de Jalisco. Comité Técnico de Planeación y Evaluación de Jalisco. *Gobierno del Estado de Jalisco*. Pp. 211. https://transparenciafiscal.jalisco.gob.mx/sites/default/files/plan_de_desarrollo_region_06_sur_vp1.pdf

QUEZADA-LUCIO N. 2017. *Estadística con SPSS 24*. Macro., ISBN: 978-612-304-548-7.

RUSSO RM, Liendo MC, Landi L, Pietronave H, Merke J, Fain H, *et al.* 2020. Grooming behavior in naturally *Varroa*-resistant *Apis mellifera* colonies from North-Central Argentina. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 8: 590281. ISSN: 2296-701X. <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.590281>

SOTO-MUCIÑO L, Elizarraras-Baena R, Soto-Muciño I. 2017. Situación apícola en México y perspectiva de la producción de miel en el Estado de Veracruz. *Revista de Estrategias del Desarrollo Empresarial*. 3(7): 40-64. ISSN: 2444-4952. http://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Estrategias_del_Desarrollo_Empresarial/vol3num7/Revista_de_Estrategias_del_Desarrollo_Empresarial_V3_N7_5.pdf

SOUSA ARS, Araújo ED, Gramacho KP, Nunes LA. 2016. Bee's morphometrics and behavior in response to seasonal effects from ecoregions. *Genetics and Molecular Research*. 15 (2): gmr.15027597. ISSN: 1676-5680. <https://doi.org/10.4238/gmr.15027597>

SPIVAK M.1996. Honey bee hygienic behavior and defense against *Varroa jacobsoni*. *Apidologie*. 27: 245-260. ISSN: 0044-8435. <https://doi.org/10.1051/apido:19960407>

TAPIA-GONZÁLEZ J, Alcazar-Oceguera G, Macías-Macías J, Contreras-Escareño F, Tapia-Rivera J, Chavoya-Moreno F, Martínez-González J. 2017. Nosemosis en abejas melíferas y su relación con factores ambientales en Jalisco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 8(3): 325-330. ISSN: 2007-1124. <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v8i3.4510>

TAPIA-GONZÁLEZ J, Alcazar-Oceguera G, Macías-Macías J, Contreras-Escareño F, Tapia-Rivera J, Petukhova T, Guzmán-Novoa E. 2019. Varroosis en abejas melíferas en diferentes condiciones ambientales y regionales de Jalisco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 6(17): 243-251. ISSN: 2007-9028. <https://doi.org/10.19136/era.a6n17.2018>

TAPIA-GONZÁLEZ J, Alcazar-Oceguera G, Macías-Macías J, Contreras-Escareño F, Tapia-Rivera J, Petukhova T, Guzmán-Novoa E. 2020. Ascosporeosis en abejas melíferas y su relación con factores ambientales en Jalisco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 11(2): 468-478. ISSN: 2007-1124. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i2.4926>

UNGER P, Guzman-Novoa E. 2010. Maternal effects on the hygienic behavior of Russian x Ontario hybrid honeybees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Heredity*. 101(1) :91–96. ISSN: 0022-1503. <https://doi.org/10.1093/jhered/esp092>

URIBE-RUBIO JL, Guzmán-Novoa E, Hunt GJ, Correa-Benítez A, Zozaya RJA. 2003. The effect of africanization and honey production, defensive behavior and size of honeybees (*Apis mellifera* L.) in the Mexican high plateau. *Veterinaria México*. 34: 47-59. ISSN: 0301-5092. <https://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-2003/vm031e.pdf>

WAGONER KM, Spivak M, Rueppell O. 2018. Brood affects hygienic behavior in the honey bee (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*. 111: 2520-2530. ISSN: 0022-0493. <https://doi.org/10.1093/jee/toy266>

WIELEWSKI P, de Toledo VAA, Nunes ME, Costa-Maia FM, Faquinello P, Lourenco DAL, Ruvolo-Takasusuki MCC, Oliveira, CAL, Sereia MJ. 2012. Relationship between hygienic behavior and *Varroa destructor* mites in colonies producing honey or royal jelly. *Sociobiology*. 59(1): 251-274. ISSN: 0361-6525. <http://dx.doi.org/10.13102/sociobiology.v59i1.682>

WILLIAM H, Ahrens, Darrell J, Girish Budhwar. 1990. Use of the Arcsine and Square Root Transformations for Subjectively Determined Percentage Data. *Weed Science*, 38(4): 452-458. <http://www.jstor.org/stable/4044902>

XONIS C, Thrasyvoulou A, El Taj HF. 2015. Variability of hygienic behavior in bee *Apis mellifera macedonica*. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 21(3): 680-685. ISSN: 1310-0351. <https://www.agrojournal.org/21/03-30.pdf>