

Efecto de pesticidas de uso agrícola en la mortalidad de *Apis mellifera* L. bajo condiciones de laboratorio

BARBARA EDEN¹; AGUSTÍN MARTOS¹; JULIÁN CHURA¹

RESUMEN. BARBARA EDEN, AGUSTÍN MARTOS, JULIÁN CHURA. 2020. *Efecto de pesticidas de uso agrícola en la mortalidad de Apis mellifera L. bajo condiciones de laboratorio. Rev. peru. entomol. 55 (2): 19-25.* Se ensayaron dosis comerciales de pesticidas de uso agrícola en pruebas de contacto e ingestión para determinar la mortalidad en abejas *Apis mellifera* bajo condiciones de laboratorio. En pruebas de contacto se asperjó el pesticida dentro de jaulas de acrílico transparente. Para pruebas de ingestión, se colocó alimento con pesticida dentro de jaulas similares. La mortalidad se registró después de 1, 3, 6, 24 y 48 horas. Se empleó el diseño de bloques completamente al azar y el test de Duncan. Todos los pesticidas ocasionaron mortalidad en ambas pruebas con valores más altos en pruebas de ingestión. Los valores de mortalidad se incrementaron según el tiempo de exposición al pesticida, con los más altos valores en la mayoría de tratamientos después de las 24 horas.

Palabras clave: Palma aceitera, polinizadores, inflorescencia, antesis.

ABSTRACT. BARBARA EDEN, AGUSTÍN MARTOS, JULIÁN CHURA. 2020. *Effect of pesticides for agricultural use on the mortality of Apis mellifera L. under laboratory conditions. Rev. peru. entomol. 55 (1): 19-25.* Pesticides of agricultural use at commercial doses were essayed in contact and ingestion tests in order to determine *Apis mellifera* mortality under laboratory conditions. In contact tests pesticides were sprayed inside transparent acrylic cages. On ingestion tests food with pesticide was set inside similar cages. Bee mortality was registered after 1, 3, 6, 24 and 48 hours after treatment. Completely random blocks design and Duncan tests were applied. All pesticides caused mortality on bees in both tests with higher values on ingestion test. Mortality values increased according to pesticide exposure period, with higher values on most treatments after 24 hours.

Keywords: Oil palm, pollinators, inflorescences, anthesis.

Introducción

Con frecuencia ocurren muerte de colonias de abejas melíferas *Apis mellifera* en apiarios y colmenares instalados en plantaciones de frutales para polinización en el Perú, en particular en el cultivo de palto (*Persea americana*) var. Hass. Las muertes masivas de abejas ocurren usualmente después de la aplicación de pesticidas dentro de las plantaciones del frutal a polinizar o en cultivos del entorno. Esto se traduce en grandes pérdidas económicas con enorme daño al medioambiente; sin embargo, técnicos y profesionales en fruticultura ignoran o procuran ignorar que la causa de la muerte de las abejas está relacionada a los pesticidas de uso agrícola que se aplican para el control de plagas.

En agricultura moderna las abejas melíferas cumplen un papel importante en la producción de alimentos, pero están expuestas a los efectos letales y sub letales de los pesticidas (Chmiel *et al.*, 2020). En esta misma línea, la pérdida de polinizadores es un problema de carácter multifactorial y tiene a los pesticidas como uno de los factores implicados en la muerte de las abejas que llegan a ellos a través de diferentes rutas (Botias y Sánchez, 2018). Además, los pesticidas pueden causar problemas colaterales tal como lo manifiesta Mengoni (2017) quien encontró que el imidacloprid afectó negativamente la percepción gustativa y el aprendizaje olfativo en abejas melíferas pre-recolectoras, mientras que el glifosato disminuyó la ingesta de solución de sacarosa y redujo la sensibilidad gustativa, pero no interfirió con el aprendizaje. Por otra parte, los efectos tóxicos

de los pesticidas afectan específicamente el proceso de polinización mediada por abejas, alterando colateralmente las cosechas (Martin y Arenas, 2018). González (2012) refiere que el imidacloprid presentó los valores más altos de CL_{50} en abejas, resultando ser poco tóxico; sin embargo, es muy letal cuando las abejas lo transportan a la colmena. Por su parte, Ruíz y Sánchez (2014), en ensayos con glifosato por vía oral, encontraron que el porcentaje de mortalidad promedio de abejas melíferas a dosis de 400 ug/L fue de 7,3, sin diferencia significativa con el testigo, mientras que a dosis comercial de 178 g/L ocurrió mortalidad de abejas a partir de los 44 minutos, con una mortalidad total a las doce horas; mientras que Iannacone y Alvarino (2014) determinaron que el fipronil es muy tóxico para la abeja melífera, con una DL_{50} de 1,56 ng i.a./abeja por vía oral y 6,06 ng i.a./abeja por contacto a las 24 horas, en tanto que a las 48 horas la DL_{50} registrada fue de 1,05 ng i.a./abeja y 1,07 ng i.a./abeja, por vía oral y contacto, respectivamente. En esta misma línea, Díaz (2015) registró una mortalidad de 100% en abeja melífera con imidacloprid y spinosad a las 24 horas de la aplicación, mientras que con glifosato alcanzó 3% a las 24 horas y 28% a los 10 días de exposición. También, Aslam *et al.* (2016) demostraron alta toxicidad de spinosad e imidacloprid en *Apis mellifera* con valores LC_{50} de 13,5 y 16,6 ppm después de 24 horas de exposición. En esta misma línea, Riaño y Cure (2016) determinaron valores de DL_{50} en ug de i. a. /abeja obrera de *Bombus atratus* para los insecticidas imidacloprid, y thiocyclam hidrogenoxalato y spinosad por vía oral y topical, habiendo encontrado valores de 0,01 y 0,051 para el primero, mientras que para el segundo registraron valores de 0,056 y 0,24; para spinosad, en ensayos por vía oral, registraron 0,28; llegaron a la conclusión que los tres ingredientes activos son altamente tóxicos para la especie indicada, destacando el imidacloprid como el más tóxico en los dos modos de exposición. En el contexto del declive de las abejas *Apis mellifera*, se estima que está directamente relacionado con el uso de pesticidas de nueva generación como los neonicotinoides y el fipronil debido a la naturaleza química de su ingrediente activo que inhibe moléculas fundamentales para el correcto funcionamiento de las células, ocasionando estrés oxidativo (Salgado, 2019). La dosis letal media (DL_{50}) en ug/abeja de los plaguicidas clorpirifós, cipermetrina, fipronil e imidacloprid por vía de contacto en abejas melíferas fue de 0,072, 0,034, 0,007 y 0,061, respectivamente; mientras que por vía oral para los mismos productos fue de 0,24, 0,064, 0,001 y 0,013, respectivamente; la evaluación de riesgo medidos como DL_{50} en ug/abejas, en aspersión de los pesticidas spirotetramat, clorpirifós, fipronil, imidacloprid y metomil fue de 242 (despreciable), 0,072 (alto), 0,007

(alto), 0,061 (moderado) y 0,50 (moderado), respectivamente; además, el imidacloprid actúa sobre el sistema nervioso con tasas de mortalidad de 100% a dosis de 0,1 ug/abeja y pérdida de miles de colonias de abejas en Colombia (Perilla, 2020). Por otra parte, la relación del efecto negativo de pesticidas sobre colonias de abejas es sugerida por Vargas *et al.* (2020) quienes encontraron gran diversidad de pesticidas correspondientes a insecticidas, fungicidas, acaricidas y herbicidas en la cera de colonias de abejas con antecedentes de colapso.

La presente investigación se planteó con el objetivo de determinar mortalidad en abejas *Apis mellifera* L. por efecto de pesticidas de uso agrícola en ensayos de contacto e ingestión, bajo condiciones de laboratorio.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló bajo condiciones de laboratorio en el apiario de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) en el verano del año 2019, con temperatura y humedad relativa promedio diaria de 25°C y 75%, respectivamente. Se ensayaron pesticidas en formulación comercial a dosis recomendadas para el control de plagas agrícolas. Para los ensayos se emplearon jaulas rectangulares de acrílico transparente de 13 cm de largo, 7 cm de alto y 6 cm de ancho, con paredes laterales provistas de pequeños agujeros de ventilación, y tapa superior corrediza. También se dispuso de abejas obreras pecoreadoras y pasta alimenticia elaborada con miel y azúcar en polvo para su uso como alimento o vehículo de los pesticidas ensayados.

Se ensayaron 10 pesticidas, entre insecticidas y herbicidas, más un testigo constituido por agua de mesa, en pruebas de contacto e ingestión.

Para los ensayos de contacto se asperjó 1 cc de la dilución pesticida en agua sobre las paredes internas de las jaulas de acrílico. Después de la evaporación del exceso de humedad, se introdujo en cada jaula un pequeño pote con pasta alimenticia azucarada. En cada jaula, directamente de la colmena, se introdujo alrededor de 25 abejas obreras pecoreadoras. En ensayos de ingestión, en cada jaula acrílica, se introdujo un pequeño pote con pasta alimenticia azucarada dosificada con pesticida; luego, directamente de la colmena, se introdujo alrededor de 25 abejas obreras por jaula. Las jaulas, en ambos ensayos, fueron acondicionadas en laboratorio para las observaciones y registros de mortalidad. En cada tratamiento y repetición, se determinó el

Tabla 1. Pesticidas ensayados en pruebas de contacto e ingestión sobre abejas *A. mellifera* bajo condiciones de laboratorio

Nombre comercial	Ingrediente activo	Concentración ensayada (%)
Roundup SL	glifosato	0,625
Lannate 40 SP	metomil	0,184
Cipermex Super 10 CE	alfacipermetrina	0,15
Regent SC	fipronil	0,115
Tracer 120 SC	spinosad 1 (espinosina A + espinosina D)	0,05
GF-120 CB	spinosad 2 (espinosina A + espinosina D)	66,67
Absolute 60 SC	spinetoram (espinosina J + espinosina L)	0,06
Movento 150 OD	spirotetramat	0,125
Lorsban 4 EC	clorpirifós	0,25
Confidor 350 SC	imidacloprid	0,084
Testigo (agua de mesa)		

número de abejas muertas por efecto de los pesticidas a 1, 3, 6, 24 y 48 horas después del contacto con el depósito pesticida o la ingesta de la pasta dosificada con la sustancia tóxica. El experimento se realizó en diseño de bloques completamente al azar con 3 y 4 repeticiones para los ensayos de contacto e ingestión, respectivamente. El análisis estadístico se realizó mediante el test de Duncan. La mortalidad en los tratamientos fue corregida mediante la fórmula de Abbott (Abbott, 1987):

$$X - Y/X \times 100 = \text{porcentaje de control}$$

X= porcentaje de individuos vivos en el control

Y= porcentaje de individuos vivos en el tratamiento

X – Y = porcentaje de individuos muertos por el tratamiento

Resultados

Ensayos de Contacto

Los pesticidas ensayados mostraron toxicidad sobre abejas melíferas desde la primera hora de haber entrado en contacto con los insectos, con diferente impacto en términos de porcentajes de mortalidad, habiéndose precisado que la capacidad para matar se incrementó progresivamente según el tiempo de exposición, hasta alcanzar 100% de mortalidad a las 48 horas de exposición en la mayoría de tratamientos, con valores menores en pocos productos, aunque con porcentajes por sobre el 53%.

El metomil, clorpirifós e imidacloprid ocasionaron altos porcentajes de mortalidad, sin diferencias significativas entre ellos,

Tabla 2. Porcentaje de mortalidad de abejas *A. mellifera* en ensayos de contacto de pesticidas, según horas de evaluación bajo condiciones de laboratorio

Tratamientos	Horas de evaluación				
	1	3	6	24	48
glifosato	0,00 c	20,00 b	23,03 b	46,13 bc	56,33 b
metomil	94,87 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
alfacipermetrina	20,37 b	20,37 b	91,67 a	100,00 a	100,00 a
fipronil	33,50 b	85,08 a	98,41 a	100,00 a	100,00 a
spinosad 1	0,00 c	0,00 c	21,7 bc	100,00 a	100,00 a
spinosad 2	0,00 c	7,80 bc	18,63 bc	53,00 b	53,00 b
spinetoram	0,00 c	8,38 bc	8,38 cd	96,93 a	100,00 a
spirotetramat	0,00 c	4,70 c	9,24 cd	25,50 c	62,00 b
clorpirifós	98,41 a	98,41 a	98,41 a	100,00 a	100,00 a
imidacloprid	86,23 a	93,25 a	93,25 a	96,52 a	100,00 a

Valores seguidos por la misma letra no muestran diferencias significativas

después de una hora de haber entrado en contacto con las abejas, con valores de 94,87, 98,41 y 86,23, respectivamente; otros productos no causaron mortalidad o lo hicieron en bajos valores tal como ocurrió con la alfacipermetrina y fipronil en porcentajes de 20,37 y 33,5, respectivamente. A las tres horas, los pesticidas metomil, clorpirifós e imidacloprid acentuaron su efecto tóxico sobre las abejas registrando mortalidad en valores porcentuales de 100, 98,41 y 93,25, respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos, sumándose a estos el fipronil, con un valor de 85,08%, sin diferencias significativas con respecto a los productos antes referidos. Alfacipermetrina y glifosato con porcentajes de 20,37 y 20,0 aparecen como productos con evidente efecto tóxico sobre abejas, mientras que los restantes solo registran valores menores a 10,0%, con excepción de spinosad 1 que no registra valores de mortalidad. Seis horas después, se suma a los productos con alta mortalidad la alfacipermetrina con 91,67% de abejas muertas, sin diferencias significativas con los productos que más mortalidad ocasionaron en horas previas; otros productos como el glifosato, spinosad 1, spinosad 2 y spirotetramat mostraron incrementos en la mortalidad, aunque en bajos valores que no superaron el 23% y sin diferencias significativas entre ellos, excepto con spirotetramat. Los productos metomil, alfacipermetrina, fipronil, spinosad 1 y clorpirifós, a las 24 horas, causaron mortalidad de abejas en un 100%, mientras que spinetoram e imidacloprid exhibieron también una alta mortalidad con porcentajes de 96,93 y 96,52, respectivamente, sin diferencias significativas entre los productos antes referidos. Por otra parte, pocos productos aparecen con menores porcentajes de mortalidad como el spirotetramat con 25,5%, glifosato 46,13% y spinosad 2 con 53%, registros que deben tomarse en consideración por su evidente

efecto tóxico, en particular lo registrado en glifosato por tratarse de un herbicida de uso frecuente. A las 48 horas de exposición aparecen registros de mortalidad de 100% en la mayoría de los productos ensayados, excepto en spinosad 2, glifosato y spirotetramat con 53,0%, 56,33% 62,0%, respectivamente, sin diferencias significativas entre estos últimos, pero sí con los anteriormente referidos.

Ensayos de Ingestión

Los pesticidas ensayados mostraron toxicidad sobre abejas melíferas desde la primera hora de haber sido ingerida la pasta alimenticia con pesticida, con diferente impacto en términos de porcentajes de mortalidad, incrementándose progresivamente la mortalidad, según el tiempo de exposición, hasta el 100% a las 48 horas en la mayoría de productos, con valores menores en unos pocos, pero con porcentajes por sobre el 52,82%. En general, los productos mantuvieron una tendencia en mortalidad similar a la de los ensayos por contacto, aunque con mayor impacto.

El metomil, clorpirifós e imidacloprid ocasionaron altos porcentajes de mortalidad en abejas, sin diferencias significativas entre ellos, después de una hora de la ingesta, con valores de 100, 96,74 y 89,93, respectivamente; otros productos no causaron mortalidad o lo hicieron en valores moderados o bajos tal como ocurrió con la alfacipermetrina, fipronil, glifosato, spinosad 2 y spinosad 1 en porcentajes de 53,08, 32,58, 11,91, 7,03 y 2,9, respectivamente; spinetoram y spirotetramat no ocasionaron mortalidad. A las tres horas, los pesticidas metomil, clorpirifós e imidacloprid acentuaron su efecto tóxico sobre las abejas registrando mortalidad en valores porcentuales de 100% en cada caso, sin diferencias significativas entre ellos,

Tabla 3. Porcentaje de mortalidad de abejas *A. mellifera* en ensayos de ingestión de pesticidas, según horas de evaluación bajo condiciones de laboratorio

Tratamientos	Horas de evaluación				
	1	3	6	24	48
glifosato	11,91 d	17,07 c	24,88 c	35,83 c	52,82 b
metomil	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
alfacipermetrina	53,08 b	89,02 a	96,07 a	98,96 a	100,00 a
fipronil	32,58 c	96,25 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
spinosad 1	2,90 d	91,25 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
spinosad 2	7,03 d	60,62 b	98,17 a	98,95 a	98,95 a
spinetoram	0,00 d	94,46 a	97,34 a	100,00 a	100,00 a
spirotetramat	0,00 d	7,83 c	42,77 b	84,23 b	95,22 a
clorpirifós	96,74 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
imidacloprid	89,93 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a

Valores seguidos por la misma letra no muestran diferencias significativas

sumándose a ellos el fipronil, con un valor de 96,25%, alfacipermetrina con 89,02%, spinosad 1 con 91,25% y spinetoram con 94,46%, sin diferencias significativas entre ellos y los productos previamente referidos. Spinosad 2 con 60,62% aparece como un producto con evidente efecto tóxico sobre abejas, mientras que glifosato con 17,07% y spirotetramat con 7,83% solo registran valores relativamente bajos. Seis horas después, se registra mortalidad en 100% en los productos fipronil y spinosad 1, mientras que alfacipermetrina con 96,07%, spinosad 2 con 98,17% y spinetoram con 97,34% incrementan de manera importante sus valores de mortalidad, en particular los dos primeros, que se aproximan al máximo valor. En el mismo sentido el glifosato y el spirotetramat mostraron incrementos que, para el primero, estuvo en el orden del 24%, mientras que, para el segundo, fue de 42%. Los registros a las 24 horas indican que spinetoram se suma a los productos que causaron 100% de mortalidad, en tanto que los valores de alfacipermetrina y spinosad 2 con 98,96% y 98,95%, respectivamente, se ubican muy cerca a los máximos valores de mortalidad, junto con spirotetramat cuya mortalidad alcanzada es de 84,23%. El único producto cuya mortalidad apenas supera el 35% es el glifosato. A las 48 horas de exposición aparecen registros de mortalidad de 100% en la gran mayoría de los productos ensayados, excepto con spinosad 2, spirotetramat y glifosato, en los cuales se registró 98,95%, 95,22% y 52,82%, respectivamente; sin diferencias significativas entre tratamientos, aunque sí con respecto a glifosato.

Discusión

Ensayos de Contacto

Los altos registros de mortalidad registrados para metomil, alfacipermetrina, fipronil, spinosad 1, spinetoram, clorpirifós e imidacloprid estarían asociados a la alta toxicidad de los productos (Díaz, 2015; Aslam *et al.*, 2016; Riaño y Cure, 2016; y Perilla, 2020); sin embargo, González (2012) afirma que el imidacloprid es poco tóxico para las abejas, aunque muy letal cuando lo transportan a la colmena.

Los valores obtenidos también sugieren sustento en el modo de acción de los productos; el metomil, clorpirifós, imidacloprid, alfacipermetrina, fipronil, spinosad 1 y spinetoram son productos que tienen acción de contacto y afectan el sistema nervioso. En este sentido, los neonicotinoides y el fipronil tienen un ingrediente activo que inhibe moléculas fundamentales para el correcto

funcionamiento de las células, ocasionando estrés oxidativo (Salgado, 2019), en tanto que Iannacone y Alvariano (2014) sostienen que el fipronil es altamente tóxico sobre la abeja melífera.

El valor de mortalidad en 53% registrado con spinosad 2 contrasta con el valor de mortalidad de spinosad 1 que ocasionó una mortalidad de 100%, lo cual estaría relacionado a la concentración del ingrediente activo en la formulación comercial del producto, pues, mientras que el spinosad 1 tiene 48%, el spinosad 2 apenas alcanza el 0,02%. Por otra parte, el moderado porcentaje de mortalidad de 62% alcanzado por el spirotetramat, estaría relacionado a su baja toxicidad tal como lo sugiere Perilla (2020). Finalmente, la mortalidad registrada para el herbicida glifosato, superior a 56%, sugiere importante valor de toxicidad en abejas tal como lo demostraron Ruíz y Sánchez (2014).

Ensayos de Ingestión

Los altos registros de mortalidad por vía de ingestión registrados para metomil, alfacipermetrina, fipronil, spinosad 1, spinetoram, clorpirifós e imidacloprid estarían asociados a la alta toxicidad de los productos (Díaz, 2015; Aslam *et al.*, 2016; Riaño y Cure, 2016; y Perilla, 2020). La mortalidad de spinosad 1 y spinosad 2, muy altos y prácticamente iguales a las 48 horas, fue diferente a lo encontrado en el ensayo por contacto, lo cual indicaría que muestran una mayor acción tóxica por vía de ingestión. El efecto de estos productos debe considerarse como muy importante por tratarse de un ingrediente activo que se emplea frecuentemente como cebo tóxico en el control de mosca de la fruta, pero que ha sido denunciado como causante de muerte de abejas por apicultores en diferentes lugares en Perú. Por otra parte, el spirotetramat, mostró un importante efecto de mortalidad por ingestión con 95,22%.

González (2012) afirma que el imidacloprid muestra alta toxicidad cuando las abejas lo transportan al interior de la colmena, hecho que también ha sido puesto en evidencia por Vargas *et al.* (2020) quienes encontraron gran diversidad de pesticidas correspondientes a insecticidas, fungicidas, acaricidas y herbicidas en la cera de colonias de abejas con antecedentes de colapso; mientras que Iannacone y Alvariano (2014) sostienen que el fipronil es altamente tóxico para abejas. La mortalidad registrada con glifosato, que alcanza 52%, es sustentada por Ruíz y Sánchez (2014) quienes demostraron que es altamente tóxico sobre abejas melíferas por

vía oral a dosis comerciales luego de doce horas de la aplicación.

Además de los efectos letales de los pesticidas, debe tenerse en consideración los efectos sub letales (Chmiel *et al.*, 2020) y efectos colaterales al interior de las colonias (Mengoni, 2017), debiéndose tener en cuenta que los pesticidas alcanzan a las abejas a través de diferentes rutas (Botias y Sánchez, 2018), afectando, también, la polinización (Martin y Arenas, 2018).

Conclusiones

Todos los pesticidas ocasionaron mortalidad en abejas en ensayos por contacto e ingestión, observándose mayor impacto en la mortalidad en los ensayos por ingestión. En ambos ensayos, los valores de mortalidad se incrementaron significativamente según el tiempo de exposición de las abejas a los pesticidas, con altos valores en la mayoría de los tratamientos después de las 24 horas de evaluación. El herbicida glifosato es uno de los pocos pesticidas que registró relativamente bajos valores de mortalidad, aunque por sobre el 50%.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses

Referencias Bibliográficas

- Abbott, W. 1987. Classic paper: abbot's formula - A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 3(2): 302-303 (Junio). Disponible en: https://www.biodiversitylibrary.org/content/part/JAMCA/JAMCA_V03_N2_P302-303.pdf
- Aslam, M., Hasan, M., Arshad, M. 2016. Toxicity of three commonly used nicotinoids and spinosad to *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) using surface residual bioassays. *Pakistan J. Zool.* 48(6): 1983-1987. Disponible en: [http://zsp.com.pk/pdf48/1983-1987%20\(53\)%20PJZ-2080-14%2028-7-16%20Recasted%20PJZ%20Manuscript.pdf](http://zsp.com.pk/pdf48/1983-1987%20(53)%20PJZ-2080-14%2028-7-16%20Recasted%20PJZ%20Manuscript.pdf)
- Botias, C., Sánchez, F. 2018. Papel de los plaguicidas en la pérdida de polinizadores. *Ecosistemas* 27(2): 34-41 (Mayo-Agosto). Disponible en: <file:///C:/Users/Agustin/Downloads/1314-Texto%20del%20art%C3%ADcu>
- lo-6162-1-10-20180728.pdf
- Chmiel, J., Daisley, B., Pitek, A., Thompsom, G., Reid, G. 2020. Understanding the effects of sublethal pesticide exposure on honey bees: A role for probiotics as mediators of environmental stress. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8: 1-19 (artículo 22). Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2020.00022/full>
- Díaz, R. 2015. Efecto de seis plaguicidas sobre mortalidad en dos especies de abejas: *Apis mellifera* y *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera: Apidae). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 24 pp. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4576/1/CPA-2015-029.pdf>.
- González, A. 2012. Evaluación de dos métodos de bioensayos para determinar la toxicidad de plaguicidas en *Apis mellifera* (Apidae: Hymenoptera). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo Parasitólogo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Departamento de Parasitología. México. 62 pp. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4361/T19624%20GONZALEZ%20HERNANDEZ,%20ALVARO%20%20TESIS.pdf?sequence=1>
- Iannacone J., Alvarino L. 2014. Impacto del fipronil y del cartap en abejas. *SCIENTIA*, XI(11):173-182. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/260854186_IMPACTO_DEL_FIPRONIL_Y_DEL_CARTAP_EN_ABEJAS
- Martin, N., Arenas, N. 2018. Daño colateral en abejas por la exposición a pesticidas de uso agrícola. *Entramado* 14(1): 232-240 (enero-junio). Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v14n1/1900-3803-entra-14-01-232.pdf>
- Mengoni, C. 2017. Efecto de agroquímicos sobre el comportamiento de abejas jóvenes (*Apis mellifera*). Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 162 pp. Disponible en: https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n6394_MengoniGonalons.pdf
- Perilla, J. 2020. Afectación de colonias apícolas por la utilización del imidacloprid para el control de insectos plaga en zonas de producción agrícola. Monografía para optar el título de Zootecnista. Universidad abierta y a distancia-UNAD. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiental. Pregrado en Zootecnia. Bogotá, Cundinamarca, Colombia. 56

- pp. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/37250>
- Riaño, D., Cure, J. 2016. Efecto letal agudo de los insecticidas en formulación comercial Imidacloprid, Spinosad y Thiocyclam hidrogenoxalato en obreras de *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae). Revista de Biología Tropical, 64 (4). Universidad de Costa Rica. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/449/44947539029/html/>
- Ruíz, J., Sánchez, D. 2014. Efecto de la concentración de glifosato presente en cuerpos de agua cercanos a campos de soya transgénica sobre la abeja *Apis mellifera* y la abeja sin aguijón *Tetragonisca angustula*. Acta Zool. Mex. 30(2):408 – 413. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v30n2/v30n2a14.pdf>
- Salgado, Y. 2019. Impacto metabólico de insecticidas sistémicos (fipronil e imidacloprid) y no sistémicos (clorpirifos) sobre el estrés oxidativo en *Apis mellifera*. Trabajo de Grado para optar el título de Zootecnista. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca. Fusagasugá, Cundinamarca. 104 pp. Disponible en: <http://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/1845/SalgadoPaola2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vargas, A., Reyes, J., Moreno, A., Véliz, F., Gaspar, O., Rodríguez, R. 2020. Pesticides residues in honey and wax from bee colonies in La Comarca Lagunera. Abanico Veterinario, January – December, 10(1)1-16. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/av/v10/2448-6132-av-10-e7-en.pdf>

Fecha de recepción: 14/10/2021.

Fecha de aceptación: 03/11/2021.
