

Título: Tratamientos ecológicos contra *Varroa destructor*: Técnicas de manejo y ácido oxálico.

Estudiante:
Sergio Cazorla Rodríguez

Tutor:
Anselmo Gracia Molina

Co-Tutor:
Pablo Pérez Acosta

Curso Académico:
2020-2021



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
Facultad de Veterinaria

TRABAJO DE FIN DE TÍTULO

Titulo Propio Experto Universitario en Apicultura



Varroaform
GRUPO OPERATIVO SUPRAAUTONÓMICO





Índice:

- Introducción	2
- Objetivo.....	6
- Material y métodos	7
- Resultados	9
- Discusión	15
- Conclusión	16
- Bibliografía	16





Introducción:

La abeja melífera *Apis mellifera* (Fig.1) es un insecto eusocial esencial que desempeña un papel fundamental en la polinización de cultivos y pastos (Dearden et al., 2009). Se calcula que alrededor del 70% de los cultivos del mundo dependen de las abejas, y también son componentes esenciales de los hábitats y ecosistemas de la fauna y la flora silvestres. Son especies económica y ecológicamente importantes (Klein et al., 2007; Potts et al., 2010).



Fig.1 *Apis mellifera*. Foto de Ivar Leidus

Varroa destructor es una plaga muy dañina para las abejas melíferas *Apis mellifera* (Martin et al., 2012). Este ácaro es un ectoparásito (parásito externo) de las abejas melíferas de cría y adultas (Dainat et al., 2012; Kielmanowicz et al., 2015) y causa la enfermedad denominada Varroosis. Estos ectoparásitos tienen un aspecto que recuerda al de una garrapata, se adhieren al cuerpo de las abejas, ya sean adultas, larvas o pupas indistintamente, para alimentarse y reproducirse (Rosenkranz & Garrido, 2004). Las colonias con baja infestación suelen mostrar muy pocos síntomas, sin embargo, a medida que la población de ácaros aumenta los síntomas se hacen más evidentes, y tienen un fuerte efecto negativo en la salud de las abejas melíferas tanto a nivel individual como de la colonia (Kurze et al., 2016). Una fuerte infestación de ácaros *Varroa* provoca la ruptura



de la colonia y la muerte de la colmena después de 2-3 años si no se recibe tratamiento (Rosenkranz et al., 2010). Los apicultores saben que la lucha contra la *Varroa* debe formar parte de su estrategia de gestión de la colmena para que los niveles de infestación estén controlados.

El ciclo vital de la hembra de *Varroa* tiene dos fases (Fig. 2)

- Etapa forética (fase de transporte): Esta etapa dura entre 5 y 11 días cuando hay cría en la colonia. Los ácaros experimentan una mayor mortalidad durante esta etapa.
- Fase reproductiva (dentro de las celdas de cría selladas): Una hembra grávida adulta de *Varroa* (portadora de huevos) invade una celda del hospedador (larvas de obreras o zánganos) justo antes del tapado de la celda. Una vez dentro, se esconde en la comida de las larvas. Este comportamiento puede ser una adaptación del ácaro *Varroa* para evitar la detección y eliminación de las abejas limpiadoras (Rosenkranz et al., 2010). El primer huevo se pone 70 horas después de la captación de la celda. Este huevo no es fecundado y se convierte en un macho. Después de esto, aproximadamente cada treinta horas (Frey et al., 2013), la hembra grávida adulta pone huevos femeninos. En cuanto la primera hembra alcanza la madurez sexual, el macho se aparea con ella hasta que la siguiente hembra esté madura (Rosenkranz et al., 2010). Las hembras fecundadas son liberadas cuando la abeja anfitriona eclosiona. Los ácaros hembra adultos abandonan la celda cuando la abeja hospedera emerge. Los machos y las hembras inmaduras que permanecen en la celda mueren (Donzé et al., 1996). El ácaro *Varroa* puede transmitirse entre abejas melíferas individuales dentro de la misma colonia o incluso puede propagarse a una nueva colonia huésped (Donzé et al., 1996).



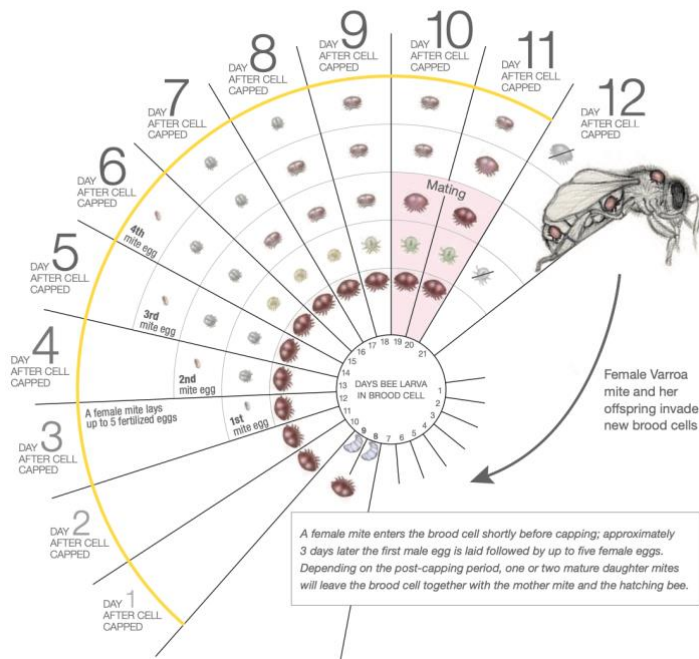


Fig.2: Ciclo reproductivo de *Varroa*.

Los apicultores utilizan productos químicos (varroácidos) como métodos de control contra el ácaro *Varroa*. Hasta hace poco, estos métodos eran muy eficaces, pero la *Varroa* ha desarrollado resistencia (Milani & Vedova, 2002; Pettis, 2004) a estos tratamientos, lo que hace que los varroácidos sean menos eficaces. Además, el uso de estos productos aumenta la toxicidad y el riesgo de residuos en los productos apícolas. (Pohorecka et al., 2018).

Para evitar estos problemas, es urgente desarrollar una estrategia de control del ácaro *Varroa* y proporcionar a los apicultores nuevos tratamientos eficaces que promuevan el respeto al medio ambiente y la sostenibilidad.

Una alternativa de tratamiento podrían ser los tratamientos naturales que son biodegradables, como el ácido oxálico. Este ácido orgánico es una opción como varroácido porque tiene una alta eficacia contra los ácaros *Varroa* (Gregorc et al., 2017). El ácido oxálico tiene un bajo riesgo de residuos en el producto apícola (Rosenkranz et al., 2010) y es un tratamiento válido para la apicultura ecológica.





Muchos experimentos en todo el mundo han demostrado la eficacia de este ácido en el tratamiento de Varroa, pero hay varios factores (solución de concentración de ácido oxálico, densidad de población, condiciones climáticas como la temperatura ambiente y la humedad relativa) que influyen directamente en la eficacia (Adjlane et al., 2016).

Se trata de un ácido orgánico que debe utilizarse en colonias sin cría, ya que, el ácido oxálico no tiene ningún efecto sobre la Varroa en la cría; solo afecta a los ácaros foréticos presentes en las abejas adultas (Gregorc et al., 2017; Charrière & Imdorf, 2002).

El ácido oxálico es un producto natural, y varios ensayos informaron de una alta eficacia con concentraciones del 3%-7%, con buena tolerancia para las abejas (Colin, 1997; Imdorf et al., 1997; Charrière et al., 1998; Adjlane et al., 2016). Además, este compuesto tiene un bajo riesgo de residuos en los productos apícolas (Rosenkranz et al., 2010).

Sin embargo, presenta algunos inconvenientes: una concentración superior al 5% perjudica la salud de la colonia de abejas (Adjlane et al., 2016). Además, los ácaros Varroa desarrollan resistencia a este varroácido (presencia de bacterias oxalotróficas capaces de degradar el ácido oxálico) (Maddaloni & Pascual, 2015). La aplicación de este ácido debe realizarse en condiciones de ausencia de cría, ya que el ácido oxálico no afecta a Varroa en las celdas de cría selladas (Charrière & Imdorf, 2002).

Objetivo:

Este estudio tiene como objetivo evaluar la eficacia contra Varroa de una sola aplicación de ácido oxálico aplicando técnicas de manejo de retirada de cría.





Material y métodos:

- 16 colmenas Langstroth infectadas naturalmente por *Varroa destructor*.
- Suelo sanitario.
- Varroácido: Oxybee® 3%
- Instrumento de dispersión del tratamiento.

Los ensayos se realizaron en un colmenar ubicado en la escuela de apicultura del Cabildo de Gran Canaria (ULPGC) (28°08'22.4"N 15°30'40.1"W) a 150 m sobre el nivel del mar, durante el tiempo comprendido entre el 17 de mayo y el 18 de junio de 2021.

Las colmenas seleccionadas tenían un grado de infestación por *Varroa destructor* de Muy grave. (MAPAMA, 2019)

RELACIÓN ENTRE LOS DISTINTOS MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO				
Grado de infestación por <i>Varroa destructor</i>	% infestación en la cría	% infestación en abejas	Mortalidad natural (nº ácaros)/día	Población total de ácaros aproximada
Muy leve*	0 a 1	0 a 1	0 a 1	0-200
Leve*	1 a 5	1 a 3	1 a 5	200-800
Media**	de 5 a 8	de 3 a 8	de 5 a 10	800-2.000
Moderada***	de 8 a 10	de 8 a 15	de 10 a 15	2.000-4.000
Grave****	de 10 a 15	de 15 a 30	de 15 a 25	4.000-6.000
Muy grave****	Más de 15	Más de 30	Más de 25	> 6.000

Tabla 1: Relación entre los distintos métodos de diagnóstico del grado de infestación por *Varroa*.





El nivel de infestación de *Varroa* de las colmenas se determinó midiendo la caída de ácaros antes de iniciar los tratamientos experimentales, durante 5 días. Las colmenas estaban equipadas con suelos sanitarios, cubiertas con aceite vegetal, para recoger la caída de los ácaros muertos. Durante el tratamiento experimental, se contaron los ácaros *Varroa* que caían al suelo sanitario en intervalos de 1-2 días para determinar una media diaria.

Grupos:

Grupo 1 (G1): C30, C35, Cs/n, C33

En este grupo experimental se trataron las colmenas utilizando Oxybee® 3% con una dosis de 5ml por panal aproximadamente sin llevar a cabo la retirada de la cría.

Grupo 2 (G2): C32, C37, C36, C21, C19, C17, C11, C9, C8, C7, C6, C3

En este grupo experimental se trataron las colmenas utilizando Oxybee® 3% con una dosis de 5ml por panal aproximadamente llevando a acabo la retirada de la cría de todas y cada una de las colmenas.

Ambos grupos comenzaron el tratamiento con Oxybee® 3% el mismo día.





Resultados:

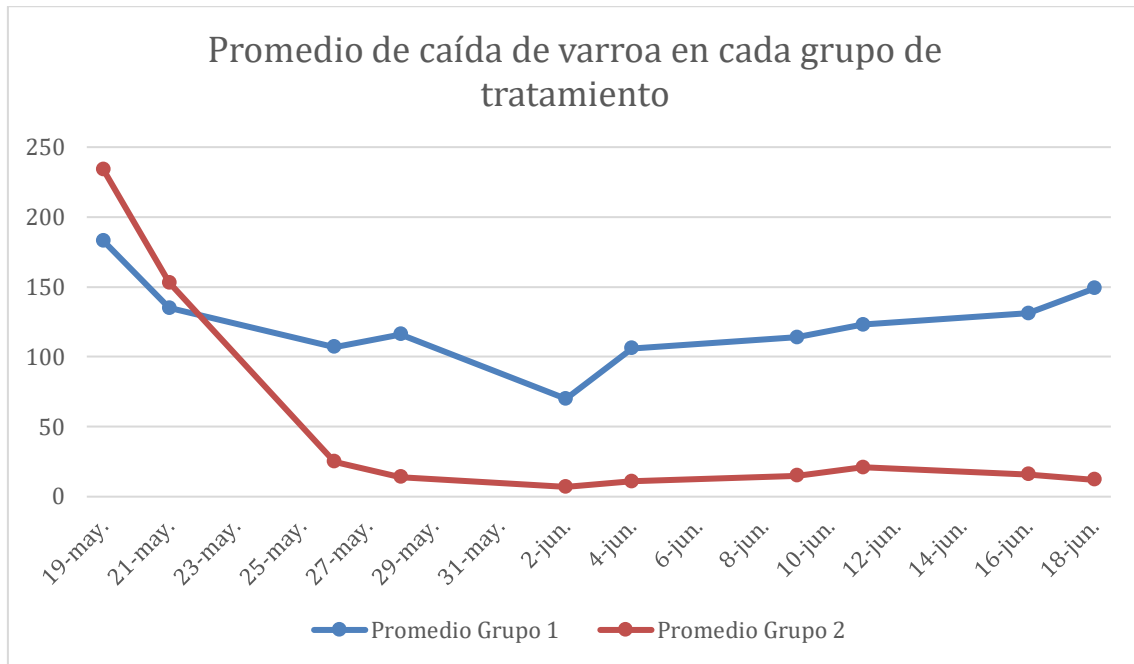


Fig. 3. Número total de *Varroa* encontrada en el fondo sanitario de los grupos del estudio.

- Efectividad:

El estudio analiza el impacto de la utilización del ácido oxálico con la retirada de cría y sin ella

.

La eficacia de la intervención se calculó como sigue:

$$\text{Eficacia (\%)} = \Sigma [A / (A + B)] \times 100.$$

donde, A es el número total de ácaros muertos caídos durante los primeros 24 días de tratamiento, y B es el número total de ácaros caídos después del día 24 hasta el día 32 del estudio.

Los resultados de la eficacia y la mortalidad de *Varroa* durante el tratamiento para los dos grupos se muestran en la tabla





Grupo	Colmena	Número de Varroas 0-24 días (A)	Número de Varroas 25-32 (B)	A + B	Efectividad	Efectividad media
1	C30	721	410	1131	64%	66%
	C35	1041	587	1628	64%	
	S/N	1239	391	1630	76%	
	C33	316	219	535	59%	
2	C32	344	16	360	96%	90%
	C37	502	69	571	89%	
	C36	601	82	683	88%	
	C21	478	23	501	95%	
	C19	851	54	905	94%	
	C17	441	13	454	97%	
	C11	350	65	415	84%	
	C6	327	9	336	97%	
	C3	573	99	672	85%	
	C9	452	49	501	90%	
	C7	100	23	123	81%	
	C8	493	88	581	85%	

Tabla 2. Caída de Varroa total en las colmenas de ambos grupos. Determinación de la efectividad.

La eficacia global de los tratamientos va desde un 59% hasta un 97% en colmenas que presentaban una parasitación muy grave al principio del experimento.

Los resultados muestran una mejor eficacia del tratamiento con la aplicación del ácido oxálico acompañado de la retirada de cría, con una efectividad media del 90%, mientras que en el grupo 1 solo han tenido una efectividad media del 66%.





- Nivel de infestación por *Varroa*:

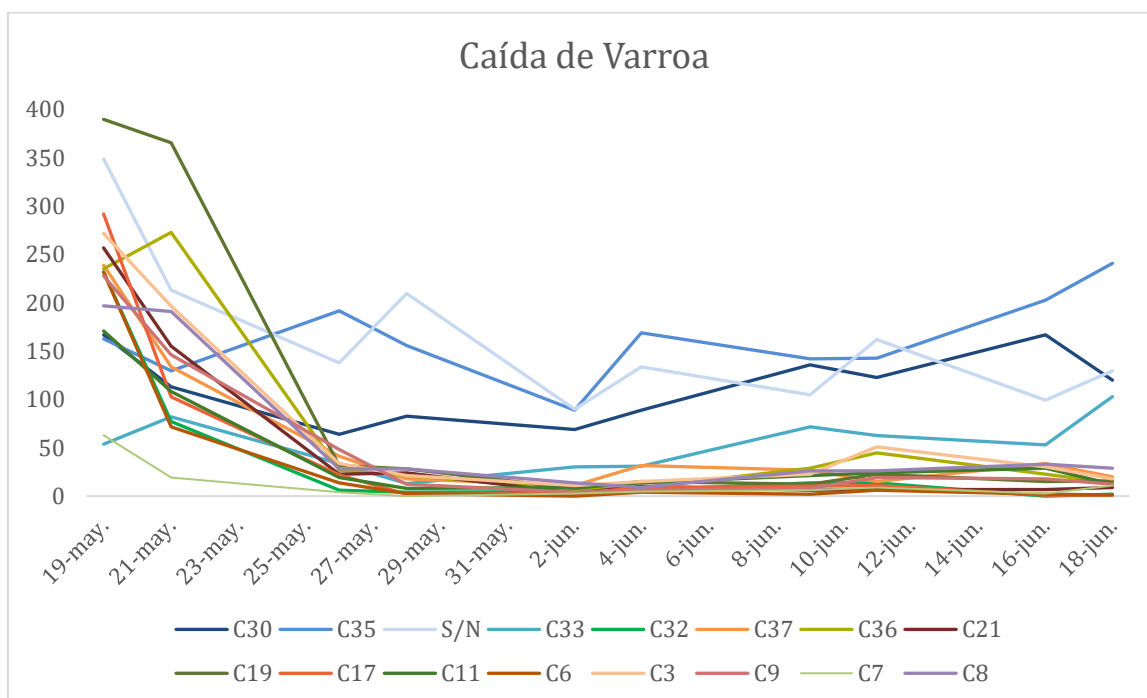


Fig 4. Número total de *Varroa* contada durante el estudio.

Del día 27 de mayo (8 días desde la aplicación del ácido oxálico) en adelante se aprecia como disminuye considerablemente la cantidad de *Varroa* encontrada en el suelo sanitario de las colmenas.

A partir de los datos ofrecidos por el MAPAMA se evalúa el nivel de infestación de *Varroa* de las colmenas separados por colores.

Nivel de infestación	Nº de ácaros al día	Población total de ácaros aproximada
Muy leve	0-1	0-200
Leve	1-5	200-800
Medio	5-10	800-2000
Moderado	10-15	2000-4000
Grave	15-25	4000-6000
Muy grave	>25	>6000

Tabla 3. Nivel de infestación de *Varroa* separa por colores según los datos del MAPAMA.





Grupo 1:

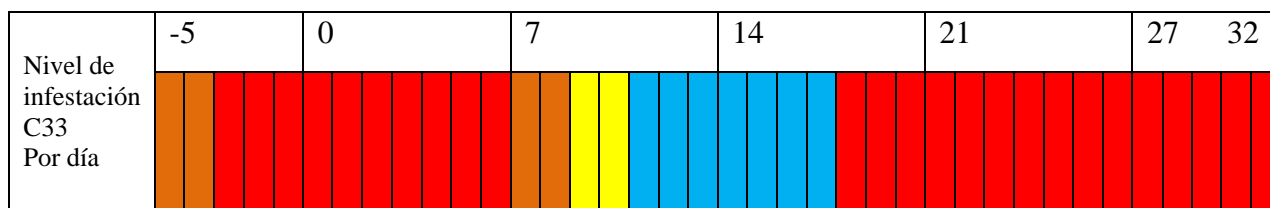
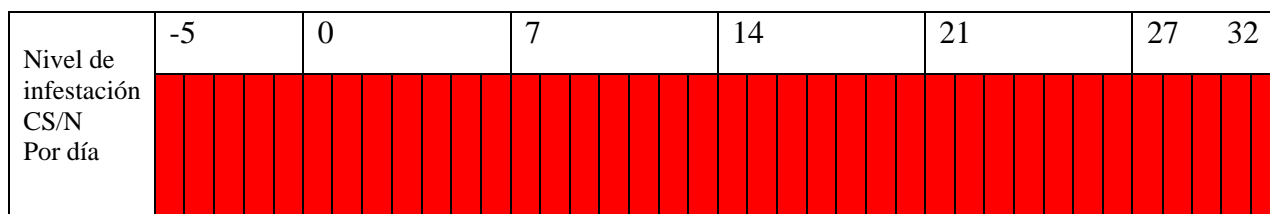
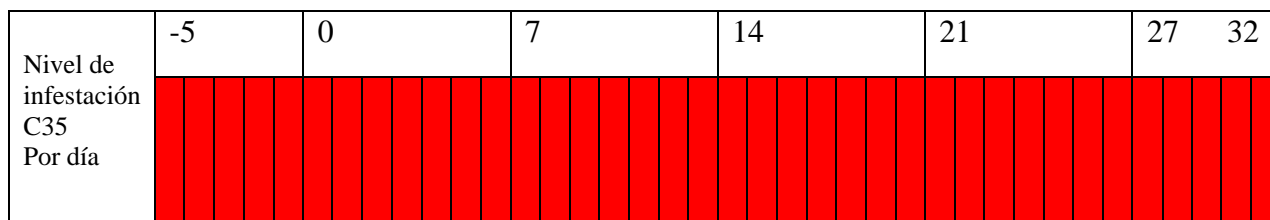
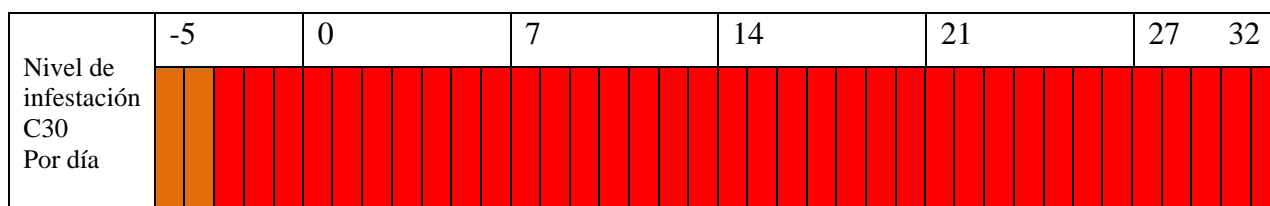


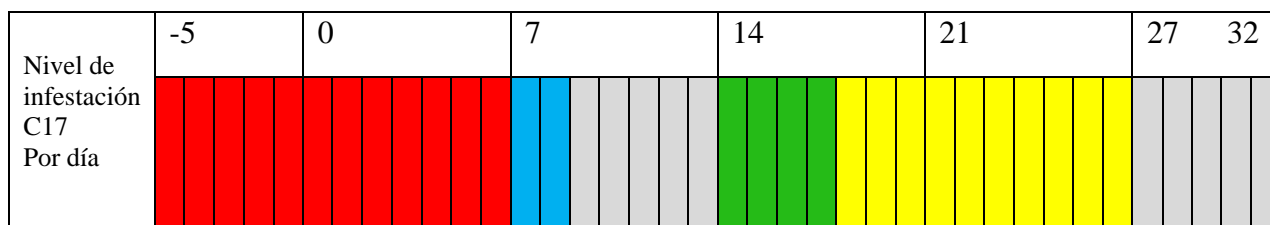
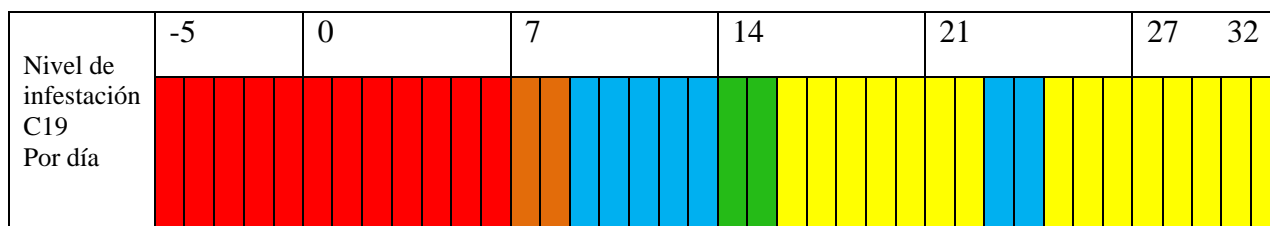
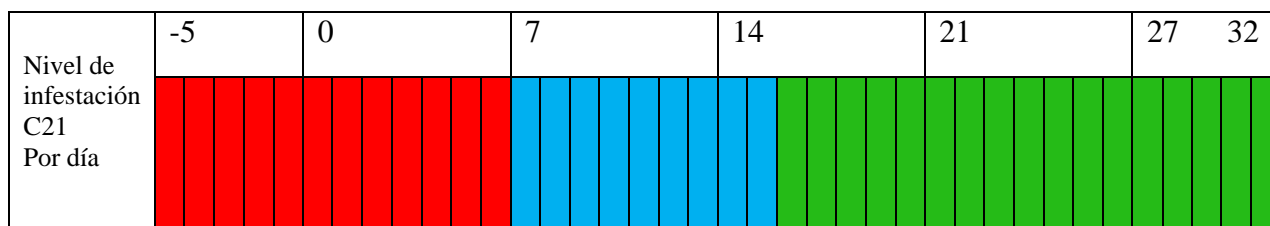
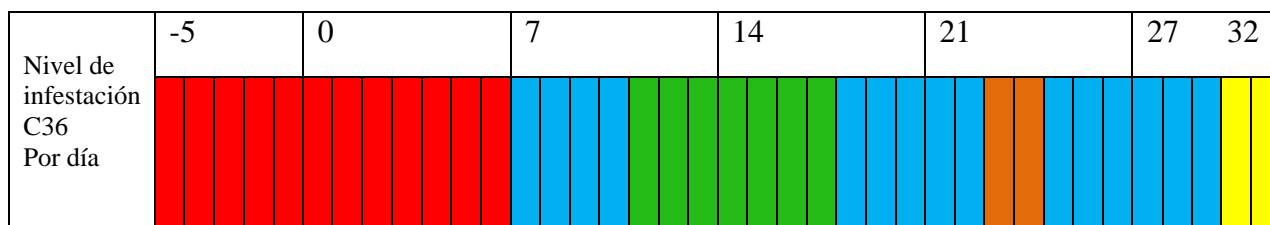
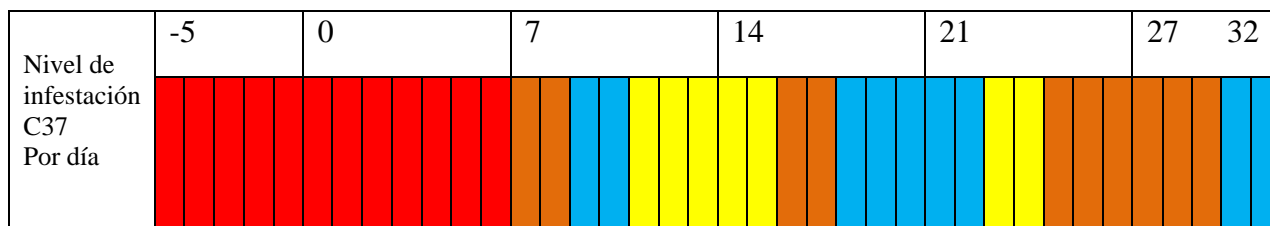
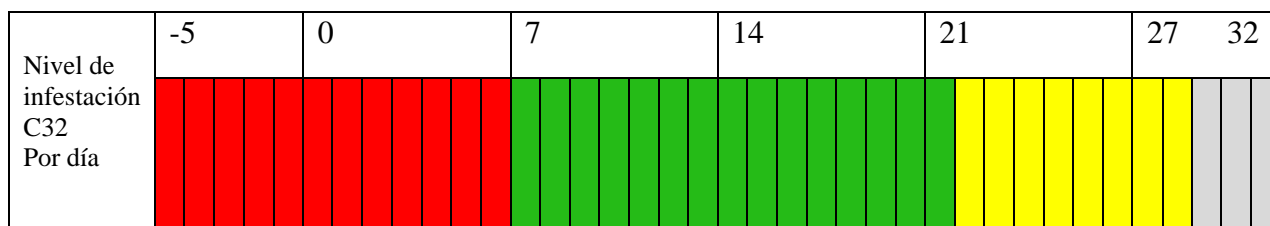
Tabla 4. Nivel de infestación de *Varroa* por día de las colmenas C30, C35, CS/N, C33 según valores del MAPAMA.

En el análisis de los resultados del grupo 1 se puede observar como prácticamente no se ha conseguido disminuir la infestación de *Varroa* por debajo de niveles óptimos en la mayoría de las colmenas. Solo en la colmena C33 se consigue disminuir la parasitación del ácaro a un nivel medio.





Grupo 2:



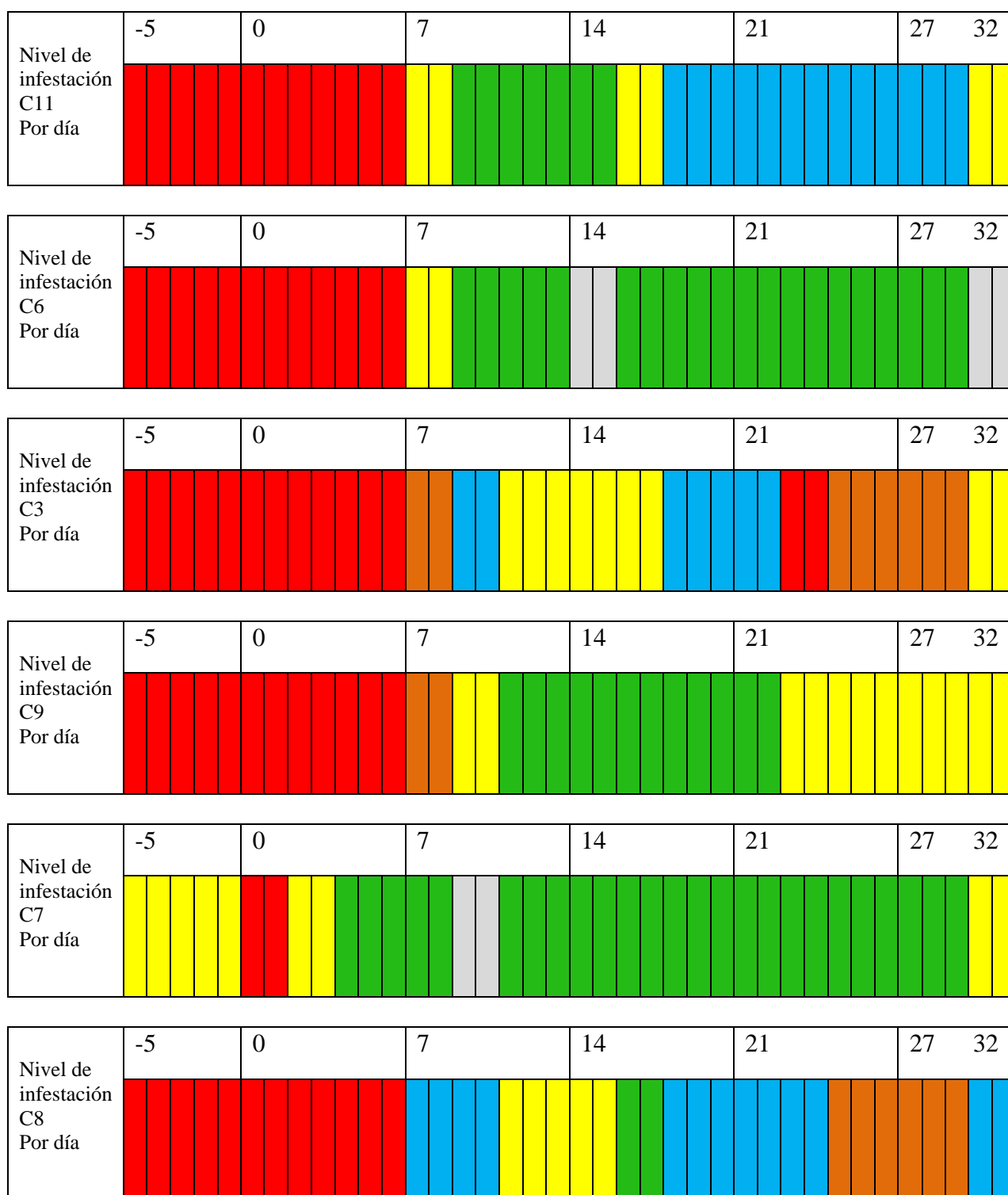


Tabla 5. Nivel de infestación de *Varroa* por día de las colmenas del grupo 2 según valores del MAPAMA.





En el análisis de los resultados del grupo 2 se puede observar como se consigue disminuir la infestación de Varroa por debajo de niveles óptimos en todas las colmenas logrando llegar a niveles muy leves en colmenas que provenían de tener un nivel de parasitación muy grave.

Discusión:

La investigación ha demostrado que la retirada de cría con la utilización de ácido oxálico aumenta la eficacia del control de la Varroa (Haber et al., 2019; Calis et al., 1998) sin ningún efecto adverso en la colonia de abejas (Rosenkranz et al., 2010) y que sin la retirada de cría es casi ineficaz.

El objetivo es mantener la población de Varroa por debajo de 2000 ácaros por colonia (MAPAMA, 2019). Al inicio del ensayo clínico, las colonias estudiadas estaban fuertemente afectadas (nivel muy grave) y, ese nivel de infestación disminuyó a leve en la mayoría de las colmenas del grupo 2.

En este estudio, el método más eficaz, con una eficacia media del 90%, es el tratamiento asignado en el grupo 2 (retirada de cría + OA). Asimismo, el tratamiento aplicado en el grupo 1 presenta una disminución del número de ácaros Varroa al final del estudio (tasa de eficacia entre el 66%) aunque no logra bajar del nivel “muy severo”. Al igual que en Maggi et al. (2016) y Rodríguez et al. (2020), la mayoría de los ácaros caídos utilizando ácido oxálico se produjeron en los primeros 21 días.

Este método ha demostrado que se ha obtenido una buena eficacia utilizando el ácido oxálico como acaricida. La aplicación de este ácido debe realizarse en condiciones de ausencia de cría, ya que el ácido oxálico no afecta a Varroa en las celdas de cría selladas (Wagnitz y Ellis 2010, Pietropaoli et al. 2012, Lodesani et al. 2014, Gregorc et al. 2017).

Por lo tanto, los varroácidos con compuestos naturales y las técnicas de manejo deben combinarse para aumentar la eficacia contra los ácaros de la Varroa y permitirán a los apicultores incorporar métodos ecológicos.





Los apicultores pueden integrar estas prácticas sin mucho esfuerzo. No requieren instrumentos especiales y poco costosos.

Además, estas prácticas se adaptan a las circunstancias climáticas y apícolas locales. Según el Real Decreto 608/2006 de 19 de mayo, en España los apicultores están obligados a realizar un tratamiento, al menos en otoño, para el control de la Varroosis. Es obligatorio realizar un control contra la Varroa entre septiembre y noviembre.

Este estudio cumple con la normativa.

La aplicación de ácido oxálico con técnicas de interrupción de cría es un método ecológico que proporciona un control de Varroa muy eficaz. Esta intervención puede considerarse como una estrategia de control alternativa contra el ácaro Varroa en una zona de clima subtropical.

Conclusión:

El experimento reveló una reducción significativa de la infestación de Varroa en las colmenas del grupo 2, donde se retiró la cría para la aplicación de oxálico. Siendo muy poco efectivo en aquellas colmenas donde no se realizó la retirada de cría.

Bibliografía:

Adjlane, N., Tarek, E.-O., & Haddad, N. (2016). Evaluation of Oxalic Acid Treatments against the Mite *Varroa destructor* and Secondary Effects on Honey Bees *Apis mellifera*. *Journal of Arthropod-Borne Diseases*, 10(4), 501–509. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28032102>

Anderson, D. L., & Trueman, J. W. H. (2000). *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Experimental and Applied Acarology*, 24(3), 165–189. <https://doi.org/10.1023/A:1006456720416>

Calis, J. N. M., Boot, W. J., Beetsma, J., van den Eijnde, J. H. P. M., de Ruijter, A., & van der Steen, J. J. M. (1998). Control of varroa by combining trapping in honey bee worker brood with formic acid treatment of the capped brood outside the colony: putting knowledge on brood cell invasion into practice. *Journal of Apicultural Research*, 37(3), 205–215. <https://doi.org/10.1080/00218839.1998.11100973>





Dainat, B., Evans, J. D., Chen, Y. P., Gauthier, L., & Neumann, P. (2012). Predictive markers of honey bee colony collapse. *PloS One*, 7(2), e32151. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032151>

Dearden, P. K., Duncan, E. J., & Wilson, M. J. (2009). The Honeybee *Apis mellifera*. *Cold Spring Harbor Protocols*, 2009(6), pdb.emo123. <https://doi.org/10.1101/PDB.EMO123>

Frey, E., Odemer, R., Blum, T., & Rosenkranz, P. (2013). Activation and interruption of the reproduction of *Varroa destructor* is triggered by host signals (*Apis mellifera*). *Journal of Invertebrate Pathology*, 113(1), 56–62. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2013.01.007>

Gregorc, A., Alburaki, M., Werle, C., Knight, P. R., & Adamczyk, J. (2017). Brood removal or queen caging combined with oxalic acid treatment to control varroa mites (*Varroa destructor*) in honey bee colonies (*Apis mellifera*). *Apidologie*, 48(6), 821–832. <https://doi.org/10.1007/s13592-017-0526-2>

Haber, A. I., Steinhauer, N. A., & VanEngelsdorp, D. (2019). Use of Chemical and Nonchemical Methods for the Control of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) and Associated Winter Colony Losses in U.S. Beekeeping Operations. *Journal of Economic Entomology*. <https://doi.org/10.1093/jee/toz088>

Kielmanowicz, M. G., Inberg, A., Lerner, I. M., Golani, Y., Brown, N., Turner, C. L., ... Ballam, J. M. (2015). Prospective Large-Scale Field Study Generates Predictive Model Identifying Major Contributors to Colony Losses. *PLOS Pathogens*, 11(4), e1004816. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1004816>

Klein, A.-M., Vaissière, 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. Biological Sciences*, 274(1608), 303–313. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>

Kurze, C., Routtu, J., & Moritz, R. F. A. (2016). Parasite resistance and tolerance in honeybees at the individual and social level. *Zoology*, 119(4), 290–297. <https://doi.org/10.1016/J.ZOOL.2016.03.007>

Maddaloni, M., & Pascual, D. W. (2015). Isolation of oxalotrophic bacteria associated with *Varroa destructor* mites. *Letters in Applied Microbiology*, 61(5), 411–417. <https://doi.org/10.1111/lam.12486>

MAPAMA (2019). *Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente guía técnica para para la lucha y control de la varroosis y uso responsable de medicamentos veterinarios contra la Varroa*. Retrieved from https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/guiavarroafinalveterinarios_tcm30-421799.pdf





Martin, S. J., Highfield, A. C., Brettell, L., Villalobos, E. M., Budge, G. E., Powell, M., ... Schroeder, D. C. (2012). Global Honey Bee Viral Landscape Altered by a Parasitic Mite. *Science*, 336(6086), 1304–1306. <https://doi.org/10.1126/science.1220941>

Milani, N., & Vedova, G. Della. (2002). Decline in the proportion of mites resistant to fluvalinate in a population of *Varroa destructor* not treated with pyrethroids. *Apidologie*, 33(4), 417–422. <https://doi.org/10.1051/apido:2002028>

Pettis, J. S. (2004). A scientific note on *Varroa destructor* resistance to coumaphos in the United States. *Apidologie*, 35(1), 91–92. <https://doi.org/10.1051/apido:2003060>

Pohorecka, K., Kiljanek, T., Antczak, M., Skubida, P., Semkiw, P., & Posyniak, A. (2018). Amitraz marker residues in honey from honeybee colonies treated with Apiwarol. *Journal of Veterinary Research*, 62(3), 297–301. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2018-0043>

Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W. E. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(6), 345–353. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>

Rosenkranz, P., Aumeier, P., & Ziegelmann, B. (2010a). Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, S96–S119. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.07.016>

Rosenkranz, P., Aumeier, P., & Ziegelmann, B. (2010b). Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, S96–S119. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.07.016>

Rosenkranz, P., & Garrido, C. (2004). Volatiles of the honey bee larva initiate oogenesis in the parasitic mite *Varroa destructor*. *CHEMOECOLOGY*, 14(3–4), 193–197. <https://doi.org/10.1007/s00049-004-0278-0>

Sóstenes Rafael Rodríguez Dehaibes, Facundo René Meroi Arcerito, Elissa Chávez-Hernández, Gonzalo Luna-Olivares, Jorge Marcangeli, Martin Eguaras & Matias Maggi (2020). Control of *Varroa destructor* development in Africanized *Apis mellifera* honeybees using Aluen Cap (oxalic acid formulation), *International Journal of Acarology*, DOI: 10.1080/01647954.2020.1806923



