



Evaluación de dos métodos de tratamiento con ácido oxálico para el control de *Varroa destructor* en colonias de abejas *Apis mellifera* L.

⁽¹⁾ MVZ. Héctor A. Gallardo Rueda, ⁽²⁾ Arnulfo Ordoñez Maldonado

⁽³⁾ MVZ. Prisilla Crysel De la Torre Monterrubio, ⁽⁴⁾ Ing. Doris A. Martínez,

⁽⁵⁾ IBQ. Candy Paola Ramírez Cardona

1. Investigación y desarrollo / Hermes Honey .S.A de .C.V: extenapi@gmail.com
2. Dirección general / Miel Norteña S de P.R. de C.V.: mielnortena@msn.com
3. Laboratorio y proyectos especiales / Hermes Honey S.A. de C.V.: prisilla.hermeshoney@gmail.com
4. Enlace técnico-agrícola / Miel Norteña S. de P.R. de C.V.: ing.agro.mielnortena@gmail.com
5. Laboratorio / Hermes Honey S.A. de C.V.: laboratorio.hermeshoney@gmail.com

Resumen

La parasitosis causada por el ácaro *Varroa destructor* es considerada una de las enfermedades con mayor impacto en la apicultura mundial. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficacia de dos métodos de tratamiento basados en el uso de ácido oxálico. El trabajo se realizó en un apiario ubicado en un huerto de aguacate, ubicado en el municipio de Tancitaro, Michoacán, México. Se trabajó con colmenas tipo langstroth con colonias de híbrido de *Apis mellifera* L. en producción infestadas de manera natural por el parásito, Las colmenas se dividieron en tres grupos para cada tipo de tratamiento: T1: Ácido oxálico en combinación con glicerina líquida, T2: Aplicación de ácido oxálico puro por sublimado Método y T3: Colmenas control. También se evaluó el efecto del tratamiento sobre la condición de la colonia. Se encontró que el uso de ácido oxálico en ambas formas de tratamiento es efectivo para el control de la *Varroa* en la etapa forética sin diferencias significativas con un promedio de 87.89% (+/- 22.53), el tratamiento sublimado genera una menor caída de ácaros (5,4 por día). Con respecto a la influencia de los tratamientos sobre la condición de la colonia, se observó que hay una disminución en el tamaño del nido en el uso de ácido oxálico sublimado (-25%) en comparación con el tratamiento del ácido oxálico en combinación con glicerina (+ 2,5%). El ácido oxálico se considera como una alternativa comúnmente utilizada entre los apicultores mexicanos para el control de *varroa*, aunque es eficaz para el control de la infestación en al menos el 80%, pero dependiendo del método utilizado, esto puede causar efectos adversos en la condición de Colonia, desde la evasión hasta la mortalidad de la población, así como la disminución en el tamaño del nido, es necesario realizar más investigaciones orientadas a evaluar diferentes métodos y dosis de tratamiento, como una estrategia para el control de ácaros y la exposición a diferentes especies. Condiciones climáticas y de producción.

Introducción

Entre los principales problemas de la apicultura moderna, a nivel nacional y mundial, se encuentra la varroasis, la cual es una parasitosis externa causada por el ácaro *Varroa destructor* (Anderson & Trueman 2000). Es un parásito de la abeja melífera que se alimenta del tejido graso principalmente (RAMSEY 2019), un tejido de importancia para la función inmunológica adecuada, la desintoxicación de plaguicidas Y otros procesos esenciales en las abejas sanas ⁽¹⁾, además de ser un catalizador para las infecciones virales dentro de la colonia. ⁽²⁾



Actualmente, las colonias infestadas con varroa son tratadas con productos de síntesis química, principalmente piretroides. Aunque estos tienen una eficacia mayor al 90 %, tienen el inconveniente de presentar un costo elevado para los apicultores, además con riesgo de dejar residuos en la miel y cera, por su naturaleza insecticida también afectan de manera crónica a las abejas y en pocos años el acaro puede desarrollar resistencia a estos productos.

En la actualidad, existen diversos tratamientos alternativos como ácido fórmico, ácido oxálico y diversos aceites esenciales para el control del acaro, que por sus cualidades de no contaminar la miel y tener un bajo costo, son usados además de estar permitidos por distintas normativas aplicadas a la producción orgánica.⁽³⁾ El ácido oxálico es el más sencillo de los ácidos dicarboxílicos; su nombre deriva del griego *oxis* (agudo, ácido) y alude a la acidez común en el follaje de ciertas plantas (principalmente *Oxalis* y *Rumex*), de las cuales fue primeramente aislado. El ácido se encuentra en estas plantas como sal potásica ácida o como sal de calcio (MARIANI *et al.*, 2002). La acción acaricida del ácido oxálico se atribuye su acción a la sensibilidad del parásito al pH ácido (Contacto e ingestión), se ha observado que algunos métodos de aplicación resultan ser muy laboriosos, además de ser peligrosos para los operarios y no presentan buena eficacia en presencia de cría (BARBERO, PANELLA y BONIZZONI, 1997). Para el manipulador es tóxico con una fuerte acción cáustica local sobre la piel y mucosas. La inhalación del polvo o vapores provoca problemas respiratorios. Se debe usar gafas, guantes y máscaras antiácidos. Para las abejas posee cierta toxicidad por lo que se recomienda pocas aplicaciones (CALATAYUD, 2002).⁽³⁾ Por estas y otras premisas es necesario evaluar diferentes protocolos de utilización del ácido oxálico, para tener mayor eficiencia en su uso y genere una alternativa económica para el control de *Varroa destructor*.

Objetivo

Evaluar comparativamente la eficacia de ambos métodos para el control del acaro *Varroa destructor*, así como el efecto de los tratamientos en la condición de las colonias.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en un apiario en producción, ubicado en un huerto de cultivo de Aguacate (*Persea americana mill*), en el municipio de Tancitaro, Michoacán; México con coordenadas 19°19'48.4" Norte y 102°18'31.0" Oeste, Altura: 2095 msnm, durante los meses de Enero y Febrero (Figura 1). Se seleccionaron 15 colmenas con abejas híbridas de *Apis mellifera L.*, las cuales se estandarizaron con reinas hermanas de fecundación libre, de un solo traslarve, 7 bastidores con cría y 3 con alimento (polen y miel) infestadas naturalmente por el parásito *Varroa destructor* (Figura 1).



Figura 1. Vista del apiario de producción donde se realizó el estudio



Las colmenas fueron provistas con pisos modificados de malla metálica de 5 x 3 mm (Figura 1), con una cámara inferior en donde se colocaron trampas de piso para varroa que consistió en un rectángulo de papel kraft de 34.5 x 44 cm, impregnadas con jalea de petrolato (Vaselina) para la colección de ácaros caídos durante el tratamiento y evitan su remoción por parte de las abejas, estas trampas se cambiaron cada semana (Figura 2).



Figura 2. Piso modificado para caída de ácaros

Se dividieron las colmenas en 3 grupos de 5 colmenas cada uno, de acuerdo a cada tratamiento aplicado:

Grupo 1 (Acido oxálico líquido): A cada colmena se le aplicó una toalla absorbente (SCOTT®) con ácido oxálico (99 %), mezclado con glicerina líquida (99.8 %) de pureza (12 g en 15 ml). En dos aplicaciones a intervalo de 15 días. Esta toalla se aplicó en la parte posterior de la colmena sobre los cabezales de los bastidores de la cámara de cría (Figura 3).



Figura 3. Toalla absorbente con la mezcla de ácido oxálico y glicerina

Grupo 2 (Acido oxálico sublimado): A cada colmena se le aplicó ácido oxálico (99 %) en forma vaporizada (4 g). En 4 aplicaciones a intervalo de 7 días. Este tratamiento se aplicó por 30 segundos en la piquera de cada colmena, la cual se encontraba cerrada al momento de la aplicación, esto mediante un dispositivo sublimador (Oxavar MG15) (Figura 4).



Figura 4: Método de aplicación del ácido oxálico sublimado



Grupo 3 (Testigo): No hubo aplicación alguna en las colmenas de este grupo, solo se realizaron las mediciones correspondientes.

Par medir el nivel de infestación en las colmenas se realizaron 3 métodos complementarios:

1) Medición de infestación en cría: De cada colmena se tomó un bastidor en su mayoría con cría operculada y se destaparon 100 celdas operculadas y se contaron aquellas que tenían presencia del parasito, para establecer el porcentaje de infestación (Figura 5). Para obtener este valor se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Nivel de infestación (\%)} = \frac{\text{No. de varroas}}{\text{No. de celdas}} \times 100$$



Figura 5. Método de diagnóstico y medición del nivel de infestación en cría

2) Medición de infestación en abejas adultas: Para este se tomó una muestra de abejas de 3 panales con cría abierta, utilizando frascos de plástico de 110 g con taparosca, previamente se llenaron a la mitad con alcohol al 96 %, estos se llenaron de abejas hasta tres cuartas partes del frasco y cada una de estas muestras fueron trasladadas al laboratorio de análisis de la empresa Hermes Honey S.A. de C.V. en donde se realizó el diagnóstico con el Método de lavado (De Jong) (Figura 6):

Para el nivel de infestación se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Nivel de infestación (\%)} = \frac{\text{No. de varroas}}{\text{No. de abejas}} \times 100$$



Figura 6. Diagnóstico de varroasis, por medio del método de lavado (De Jong).



3) Medición de la caída de ácaros: Para este fin se contabilizó la cantidad de ácaros caídos en la trampa de piso por cada colmena, cada semana. Para esto con una fuente de luz y una pinza de disección se contaron el número de varroas por trampa. Para determinar el número de ácaros caídos por día se realizó la siguiente ecuación:

$$\text{Ácaros / día} = \frac{\text{No. de varroas}}{\text{Días de colocación de la trampa}}$$



Figura 7. Conteo de la caída de ácaros por medio de trampa pegajosa.

3) Eficacia de los tratamientos

Después del último recuento de caída de ácaros, se retiraron los tratamientos y se aplicó un tratamiento de choque. La eficacia de los tratamientos (E%) se calcula de acuerdo con Floris et al., 2001: $E\% = 100 [AT\% (AF + AT)]$

AT: número de ácaros recolectados durante el período de tratamiento.

AF: número de ácaros recolectados después de la aplicación del producto hasta completar la prueba.

Efecto de los tratamientos en la condición de las colmenas

5) Población de abejas adultas: Para medir esta variable se contó el número de bastidores con saturación de abejas por ambos lados al destapar la colmena sin haber aplicado humo a la misma. Con esto se pudo comparar la población inicial, intermedia final entre tratamientos.

6) Cantidad de cría: El conteo cría se realizó mediante una placa de acetato transparente marcada con cuadrículas de 25,4 mm que incluyen 20 celdas de obreras (Figura 8). Con esto se pudo comparar la cantidad de cría al inicio, intermedio y al final de los tratamientos.



Figura 8. Método de acetato para medir cantidad de cría



7) Análisis estadísticos

Para realizar el análisis estadístico entre los tratamientos, para las distintas variables, se realizó el análisis de varianza simple (ANOVA), utilizando el test de Fisher, también se realizó una prueba de hipótesis con la Prueba de Kolmogorov-Smirnov, a través del software Statgraphics.

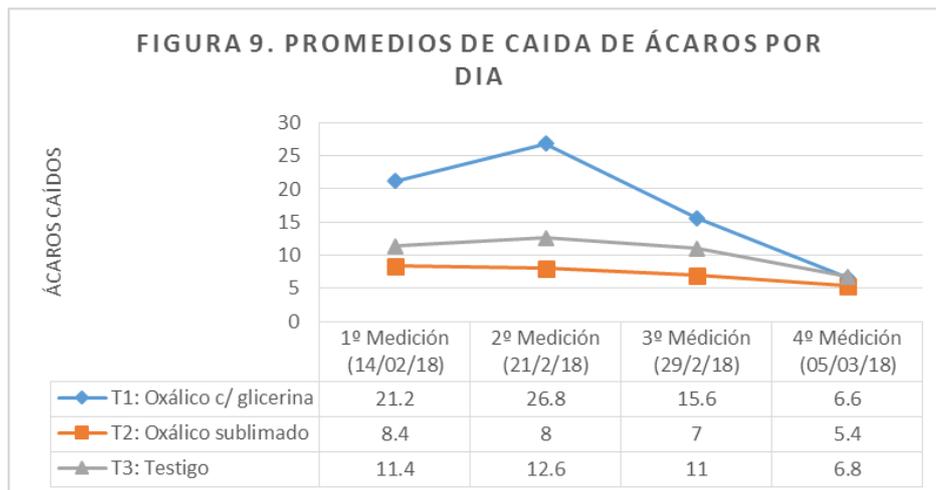
Resultados

Análisis de los tratamientos

1) Nivel de infestación

1.1 Caída de ácaros

El tratamiento de ácido oxálico con glicerina obtuvo una mayor caída de ácaros durante la duración del tratamiento con un promedio de 17.55, con valores medios que oscilan entre 11.75 y 29.75, habiendo así una diferencia significativa estadísticamente en comparación con el tratamiento de ácido oxálico sublimado con 7.7 y valores medios de 3.25 y 11. El testigo con un valor promedio de 10.45 y valores medios de 5.75 y 13.5, presenta estadísticamente una diferencia significativa con respecto al tratamiento con glicerina, y no así con la aplicación sublimada (Figura 9).





1.2 Infestación en las abejas

En el caso de los niveles de infestación en abejas, que tanto el tratamiento 1 y el tratamiento 2 redujeron de forma significativa en cuanto al nivel de infestación inicial en un 88.6 % y 87.18 % respectivamente (Tabla 1).

1.2 Infestación en cría No hubo diferencia significativa estadísticamente entre los niveles iniciales y finales para cada tratamiento (Tabla 1).

Tratamiento	Nivel de infestación (%)			
	Inicial (29/01/18)		Final (05/03/18)	
	Abejas	Cría	Abejas	Cría
T1: Oxálico c/ glicerina	1.99 a	0.8 a	0.2 a	0a
T2: Oxálico sublimado	1.75 a	0.6 a	0.31 a	0.1 ab
T3: Testigo	0.33 a	0.7 a	1.58 b	0.7 b

Tabla 1. Niveles de infestación en abejas y en cría (inicial y final)

2) Eficacia obtenida de los tratamientos

Eficacia obtenida de los tratamientos en el control de Varroa sp.		
Colmena	Tratamiento	Eficacia %
35364	Ácido oxálico c/ glicerina	99.7
62075		75.3
42513		98.8
36775		67.7
36822		99.8
Promedio		88.26a
62167	Ácido oxálico sublimado	99.8
36756		66
36684		99.3
36577		69.9
42453		99.4
Promedio		86.88a

Tabla 2. Niveles de eficacia y promedios del uso de los tratamientos

En la tabla 2 se puede apreciar que ambos tratamientos poseen una eficacia parecida en el control de Varroasis sin demostrar alguna diferencia significativa entre estos, pero si en relación con el testigo.



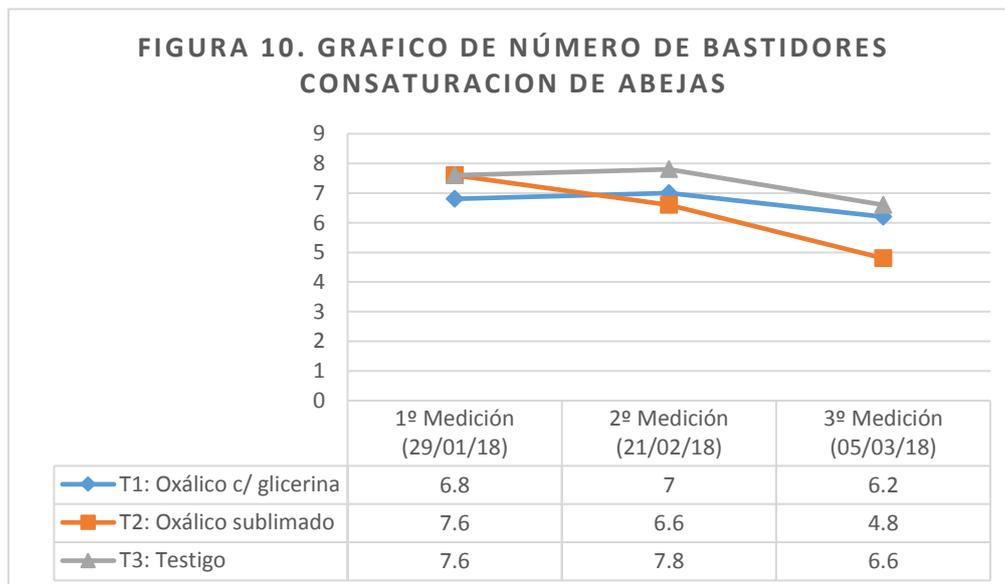
3) Influencia en la condición de la colonia

3.1 Cantidad de población

El tratamiento 2 genero una mayor reducción en cuanto al número de bastidores con saturación de abejas en un 36.8 %. En comparación con el tratamiento 1 y el control, con 8.8 y 13% respectivamente (Tabla 3 y Figura 10).

Tratamiento	1º Medición (29/01/18)	2º Medición (05/03/18)	Dif. %
Ácido oxálico c/ glicerina	6.8 a	6.2 a	-8.8
Ácido oxálico sublimado	7.6 a	4.8a	-36.8
Testigo	7.6 a	6.6 a	-13.1

Tabla 3. Número de bastidores con saturación de abejas





Cantidad de cría en la colonia (Tamaño de nido)

El tratamiento con mayor efecto en la disminución del número de celdas con cría fue el tratamiento 2 con una disminución del 25.3 % entre la medición inicial y final, este resultado tiene una diferencia significativa en comparación con el tratamiento 1 (2.75 %) y el control (8.53 %). Mientras que entre estos dos últimos no hubo diferencia significativa (Tabla 4).

Tratamiento	1º Medición (29/01/18)	2º Medición (05/03/18)	Dif. En %
Ácido oxálico c/ glicerina	19,122 a	19,664 a	2.75
Ácido oxálico sublimado	19,800 a	14,788 b	-25.31
Testigo	18,788 a	17,184 a	-8.53

Tabla 4. Tamaño de nido (número de celdas con cría)

Discusión

Se ha demostrado en diversos estudios la eficacia del ácido oxálico para el control de Varroa a través de métodos ya conocidos como el goteo con jarabe de azúcar y la vaporización, en donde diversos autores han obtenido porcentajes de eficacia de entre un 80 y 90 % como Marinelli (2002), Arculeo (2004) y Eguaras (2003), lo cual es similar a los resultados obtenidos en este trabajo; de igual manera se coincide con varios autores en que el tratamiento de ácido oxálico tiene mayor efectividad durante los periodos en donde la colonia posee menor cantidad de cría (Aguirre 2004, Oliver 2017), esto debido a que si disminuye la cantidad de cría en la colmena, disminuye las áreas de protección para el acaro dentro de las celdas y facilita la acción de que el producto entre en contacto con el parasito. (Aguirre 2004). También se puede explicar esta eficacia por la formación de búferes y niveles de disociación débil del ácido, los cuales pueden incrementar su efecto a través de la acidificación de la colmena. (Nanetti 2004)

En cuanto al uso del ácido oxálico evaporado Rademacher et al. (2000) refiere que se requieren dosis de 6 g por colmena para obtener resultados satisfactorios con el método, dado que el producto no persiste dentro de las colmenas con una acción acaricida luego de retirado su dosificador, esto por ser muy volátil, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en este estudio, dado que en cuanto a la caída de ácaros en la colmena, se observó menor caída con la utilización de este método. En este caso la dosis utilizada fue de 4 g.



Se menciona que el ácido oxálico es una opción efectiva para el control de varroasis, sin embargo sus métodos de preparación y aplicación son complicados (Barbero 1997), el ácido oxálico en combinación con la glicerina es una opción viable para el tratamiento de varroasis, dada la afinidad del ácido a la sustancia, esto genera que sea un disolvente efectivo y además que por su consistencia aceitosa, también confiere una mayor afinidad a la cutícula de la abeja y de los ácaros. Este método permite una liberación prolongada en comparación con los métodos de goteo y evaporación (Ivars 2017).

Autores como Charriere e Imidorf (2002) mencionan que se pueden observar efectos adversos en las colonias con dosis mayores a 60 g por litro, sin embargo a pesar de que en el método de aplicación por toalla o tiras se utilizan mayores cantidades del ácido como en el caso de este estudio donde se utilizó una dosis 10 veces mayor que la utilizada por estos autores, no se observó afectación en el tamaño de la población y condición de las colonias. En comparación con los métodos de goteo y evaporación de acuerdo con Ivars (2017) y Oliver (2017), la aplicación con estos métodos no son dañinos a las colonias, lo cual concuerda con lo expresado en este trabajo.

Conclusiones

Estos son solo los primeros resultados de una serie de experimentos planificados donde se evaluarán: dosis de ácido oxálico, métodos de aplicación, tolerancia de las abejas, residuos en miel, costo económico y formas de aplicación. Se puede considerar la posibilidad de la utilización de este método como otra alternativa para la facilidad de aplicación del ácido oxálico dado que no necesita como otros métodos aplicaciones continuas en menor tiempo, esperamos que resultados como este animen a investigadores, académicos y productores en el sentido de exploración y búsqueda de alternativas de aplicación de los diversos productos naturales que ya se manejan hoy en día, porque consideramos que aún no se agotan las posibilidades de diferentes esquemas de aplicación al respecto.



Referencias

- 1) Ramsey S., Bauchan G., Ochoa R. (2017) *Varroa destructor* feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph, National Academy of Sciences, University of Maryland, Estados Unidos de America.
- 2) Marcangeli J.A. et al. (2003) Eficacia del Oxavar para el control del acaro *Varroa destructor* (Varroidae) en colmenas de *Apis mellifera* (Apidae), Revista de la Sociedad Entomológica ,62 (3-4): 75-79, Argentina.
- 3) Ibacache A. (2012) Evaluación de cuatro tratamientos en el control de *Varroa destructor* (Anderson y Trueman) en *Apis mellifera* en la zona de Valparaiso. Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica de Valparaiso, Facultad de Agronomía, Valparaiso, Chile.
- 4) Aguirre J. et. al. (2012) Evaluaciones de la Eficacia Varroicida del Ácido Oxálico por goteo en colmenas de Baja California Sur, México y La Habana, Cuba. Recuperado el 26 de Marzo del 2018 desde:
<http://www.actaf.co.cu/revistas/apiciencia/2009-1/6.pdf>
- 5) Pajuelo A. (2003) Prueba de campo de control de la varroasis (*Varroa destructor*) de las abejas de miel con ácido fórmico, Recuperado el 26 de Marzo del 2018 desde:
<http://www.mitegone.com/forms/Field%20test%20in%20Spain%20Pajuelo.pdf>
- 6) Flores J.M.; Padilla F.; Pajuelo A.; Pérez A. (2007) Diagnóstico de Varroa, El Colmenar nº 86 abril-junio pp.12-20, Argentina.
- 7) Berdugo J.G.; Vivas J.A.; Mex A.L. (2016) Diagnóstico y control orgánico del ácaro Varroa en el Trópico (1º Ed), México; SAGARPA – INIFAP
- 8) Bonous C.; Boga V. (2005) Fundamentos para el control de Varroa y Loque Americana, Boletín No. 87, Unidad de Agronegocios y Difusión del INIA, Uruguay.
- 9) Froylan J.; Alcalá K.I.; Leal M.; Vivas J.A.; Martínez E. (2011) Prevención de Varroosis y suplementación Manual de capacitación, Folleto técnico No. 6, SAGARPA-INIFAP, México.
- 10) Vandame R. 2000. Control alternativo de varroa en apicultura, Recuperado el 22 de Marzo del 2018 desde: http://www.apicultura.com/articles/control_varroa.
- 11) Moyon J.L. (2013) Evaluación de tres alternativas para el control de varroosis *Varroa destructor* en tres apiarios de la provincia de Chimborazo, Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Ecuador.
- 12) Calderon A.R.; Ramirez M.; Ramirez F.; Villalobos E. (2014) Efectividad del ácido fórmico y el timol en el control del ácaro *Varroa destructor* en colmenas de abejas africanizadas, Revista Agronomía Costarricense 38(1): 175-188. Costa Rica.
- 13) Zambrano C.; Duarte F.; Reyes L. (2013) Evaluación del efecto de *Beauveria bassiana* en el control biológico de *Varroa destructor*, parásito de la abeja melífera (*Apis mellifera*) en la finca Felisa en el municipio de los Patios, Norte de Santander, Revista Innovaciencia, Recuperado el 22 de Marzo del 2018 desde:
<http://revistas.udes.edu.co/site/index.php/innovaciencia/article/view/211>
- 14) Ivars J. (2017) Tratar la Varroa con ácido oxálico y glicerina, La Tienda del apicultor, Recuperado el 28 de Marzo del 2018 desde:
<https://www.latiendadelapicultor.com/blog/tratar-varroa-con-acido-oxalico-y-glicerina/>
- 15) Reyes J. L.; Muñoz R. Acaricidas sintéticos y naturales para el control de *Varroa destructor* en colmenas de *Apis mellifera* L., Recuperado el 30 de Marzo del 2018 desde:
<http://www.uaaan.mx/DirInv/Rdos2003/ecologia/syntetic.pdf>