

**TRABAJO DE INTENSIFICACIÓN  
INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**Evaluación de la dosificación del acaricida  
de uso apícola Aluen CAP en el control de  
*Varroa destructor***

**Eugenio José Aldacour**

DOCENTE TUTOR

Ing. Agr. (Mg.) Liliana Gallez

DOCENTES CONSEJEROS

Ing. Agr. (Dr.) Elian Tourn

Lic. en Ciencias Biológicas (Dra.) Cecilia Pellegrini

DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA

Universidad Nacional del Sur

Noviembre 2019

# AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas que me acompañaron en la trayectoria de esta larga carrera. Difícil es nombrarlos a todos sin olvidarme de nadie, pero voy a hacer el intento.

En primer lugar agradezco a la familia, a mi madre, quien fue soporte durante todos estos años; a mi hermano; a mis hermanas que varias tardes de repaso pre-final, me soportaron; a mis cuñados y a mis sobrinos (quienes, por poco, se reciben antes que yo).

A Arantxa, mi compañera desde hace tantos años, quien mucho tiene que ver en esto.

A mis amigos de la Unión Vasca que estuvieron conmigo desde el principio.

En cuanto a los compañeros de estudio, como he pasado por varios grupos, no los puedo nombrar a todos. Pero cada uno de ellos hizo su mayor esfuerzo para acompañarme en las jornadas de estudio para que mi concentración efímera no fallara.

Mi mayor reconocimiento a la Cooperativa de Trabajo Apícola Pampera (CAP), en un comienzo formando parte de la Cámara de Apicultores Pampero, donde di mis primeros pasos como apicultor; luego compartiendo el trabajo en pos de la apicultura en los equipos de Nutrición y Producción. Y al final, brindándome todo el apoyo y los medios necesarios para que pudiera realizar el ensayo para la tesina.

Un especial agradecimiento a los apicultores del grupo Datura Ferox y a los asociados de la CAP por ayudarme en las visitas a campo durante el ensayo y al conteo de varroas. Sin ellos la tarea hubiese sido muy engorrosa.

Y por último a mis docentes directores y tutores de la tesina, Liliana Gallez, Elian Tourn y Cecilia Pellegrini, por toda la ayuda recibida.

# ÍNDICE

## Contenido

RESUMEN.....	5
INTRODUCCION.....	6
OBJETIVO.....	14
MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
Área de estudio .....	15
Metodología del ensayo .....	17
Análisis estadístico de los datos.....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
CONCLUSIONES .....	30
BIBLIOGRAFÍA.....	31

Figura 1. Porcentaje de familias vinculadas a la apicultura.....	7
Figura 2. Ciclo de la varroa.....	9
Figura 3. Presentación de Aluén CAP ®, acaricida orgánico.....	12
Figura 4. Soportes de celulosa roído.....	13
Figura 5. Ubicación del apiario (provincia de Buenos Aires).....	15
Figura 6. Ubicación del apiario (ciudad de Bahía Blanca).....	16
Figura 7. Apiario del ensayo .....	16
Figura 8. Tratamiento de Flumetrina con piso técnico.....	17
Figura 9. Tratamiento con ácido oxálico, una tira Aluén Cap.....	18
Figura 10. Tratamiento con ácido oxálico, dos tiras Aluén Cap.....	18
Figura 11. Tratamiento con ácido oxálico, tres tiras Aluén Cap.....	18
Figura 12. Tratamiento con ácido oxálico, cuatro tiras Aluén Cap.....	18
Figura 13. Cada cara del cuadro se divide en 8 dm <sup>2</sup> .....	19
Figura 14. Método del frasco para estimación de porcentaje de varroa....	20
Figura 15. Partes de un piso técnico.....	20
Figura 16. Piso técnico armado .....	20
Figura 17. Embudo para recolectar residuos del piso técnico.....	21
Figura 18. Conteo de varroas.....	21
Figura 19. Cuadro de abeja pre y post-tratamiento.....	23
Figura 20. Área de cría pre y post-tratamiento .....	24
Figura 21. Porcentaje de roído de tiras según tratamiento.....	25
Figura 22. Eficacia acumulada de los tratamientos en base a la fecha....	26
Figura 23. Porcentaje de eficacia según tratamientos .....	27
Figura 24. Ácaros remanentes en las colmenas.....	28

# RESUMEN

Una de las mayores amenazas de la apicultura mundial es la varroasis, enfermedad producida por *Varroa destructor* Anderson y Trueman (Acarini: Varroidae). Es un ácaro que parasita a la abeja *Apis mellifera* L. (Hymenoptera:Apidae) en los estados larvales, pupales y adulto. Los daños que ocasiona en las colmenas son muy severos y muchas veces termina provocando la muerte.

Existen varias alternativas para el control de esta enfermedad: por un lado los acaricidas sintéticos, que últimamente han demostrado que generan problemas de aparición de resistencia por parte de la varroa, y por otro lado, los acaricidas de tipo orgánicos.

Estos últimos son el tema de estudio de este trabajo. Más específicamente el tratamiento a base de ácido oxálico de liberación lenta en soportes de celulosa patentado como ALUEN CAP ®.

El ensayo fue realizado en un apiario productivo en las cercanías de la ciudad de Bahía Blanca durante la temporada primavera-estival 2018/2019.

Las colmenas fueron seleccionadas al azar para formar parte de los cinco tratamientos: cuatro dosificaciones de ácido oxálico y un testigo de Flumetrina (acaricida sintético).

Durante las distintas visitas a campo se contabilizaron los ácaros muertos en cada colmena. También se registró la cantidad de cría y de abejas en cada una de las colmenas para poder comprender el efecto en la dinámica poblacional de cada tratamiento.

Los resultados obtenidos fueron interesantes ya que demuestran que se podría disminuir considerablemente la dosis recomendada de este producto sin alterar la eficacia en el control de la varroa.

# INTRODUCCIÓN

El nivel de vida de la población actual está sumamente relacionado con la protección de nuestro medio ambiente, dado a que la supervivencia humana depende directamente de la de otras especies animales y vegetales.

Alrededor de un tercio de los alimentos que consumimos dependen de la polinización aportada por insectos, y aproximadamente la mitad de esos polinizadores son las “abejas” (O'TOOLE, 1993). El grupo de polinizadores más eficiente probablemente pertenezca al género *Apis*, debido a su adaptación a la visita floral, al gran número de especies vegetales que visita en busca de polen y/o néctar y a la abundancia de alguna de éstas. Por lo tanto, se convierten en un grupo esencial para la polinización y la reproducción sexual de la mayoría de las plantas entomófilas, en especial para muchas plantas de interés agrícola (MICHENER, 2000).

En las últimas décadas se ha documentado una marcada disminución de las poblaciones de los polinizadores en todo el mundo. Esta disminución no producirá de manera inmediata la desaparición del ser humano, ya que muchos de los cereales más importantes son anemófilos, es decir que se polinizan por el viento, sin embargo, la dieta a la que estamos acostumbrados se va a ver fuertemente restringida ya que muchas frutas y hortalizas que consumimos dejarán de existir y muchas otras tendrán mal aspecto de bajo valor comercial y mala calidad nutricional por la ineficiente polinización (ARIZMENDI, 2009).

Son muchos los factores que producen tan preocupante decrecimiento de polinizadores (STEFFAN-DEWENTER et al, 2005), entre ellos podemos mencionar la pérdida del hábitat natural de estos polinizadores por deforestación o avance de la civilización, el excesivo uso de agroquímicos, el cambio climático, los parásitos y otros problemas sanitarios, por citar algunos (GOULSON et al, 2015).

En el año 2012 la Cooperativa de Trabajo Apícola Pampero Ltda. en conjunto con la Cámara de Apicultores Pampero (CAP) realizaron una serie de encuestas en todo el Sudoeste Bonaerense para estimar la importancia de la

actividad apícola en el desarrollo socio-económico de la región. Los resultados señalan que en promedio, casi el diez por ciento de los pobladores de las localidades más pequeñas dependen directa o indirectamente de la apicultura (TOURN et al., 2012). Este número disminuye considerablemente en localidades más grandes (Figura 1).

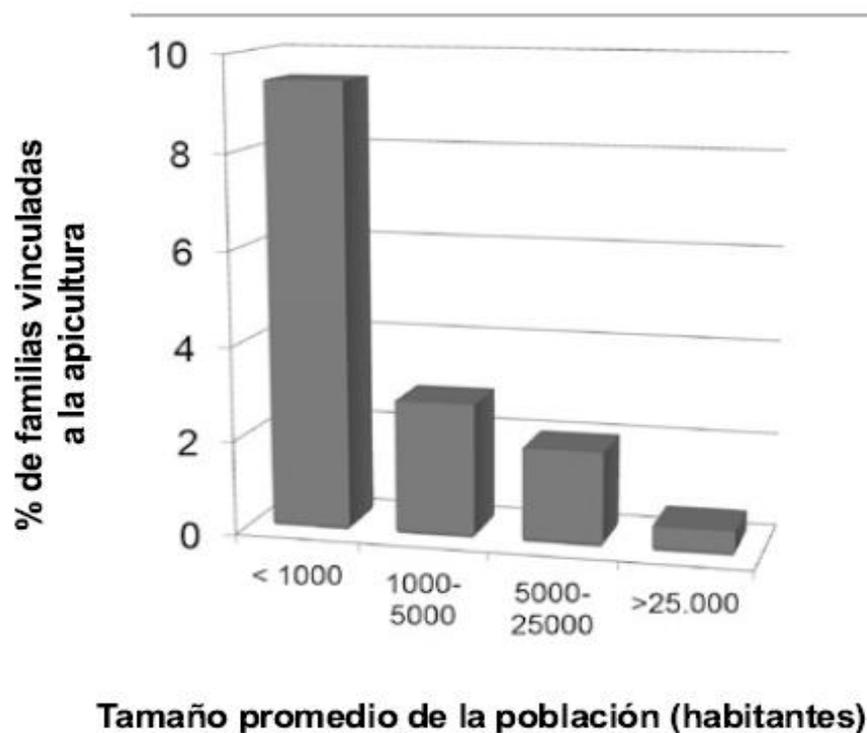


Figura 1. Porcentaje de familias vinculadas a la apicultura en el Sudoeste Bonaerense en función del tamaño de la localidad donde residen (tomado de TOURN et al, 2012).

De esta manera, el altibajo de la actividad apícola repercute considerablemente en estos poblados pequeños en los que las oportunidades laborales suelen ser menores.

En la actualidad se conocen muchos problemas sanitarios que afectan a los polinizadores, dentro de estos, la varroasis es considerada la parasitosis de más relevancia a nivel mundial por los daños que provoca en las colonias de abejas (DE JONG, 1997).

La varroosis es una enfermedad producida por un ácaro llamado *Varroa destructor* (ANDERSON y TRUEMAN, 2000), antes mencionado con el nombre *Varroa jacobsoni* (OUDEMANS, 1904), que parasita tanto crías como adultos de *Apis mellífera* (PELDOZA, 1992).

Este ectoparásito y los virus asociados producen deformaciones en patas y alas, inciden en la longevidad de las abejas adultas acortando el promedio de vida y generan un debilitamiento general de obreras y zánganos, que luego puede ser un factor predisponente para la ocurrencia de otras enfermedades oportunistas (SAMMATARO et al., 2000).

Este ácaro es, en realidad, un exoparásito de la abeja asiática *Apis cerana*, especie con la que coevolucionó durante miles de años (KOENIGER et al., 1981). Esta coevolución permite que los daños producidos por la varroa en esta especie no sean muy severos. Las colonias de *Apis cerana* mantienen poblaciones bajas de *Varroa destructor* debido principalmente a dos características. La primera es que el tiempo que tarda en desarrollarse la cría dentro de la celda es menor que la de *Apis mellífera*. Por lo tanto, es menor la cantidad de hembras fecundadas que pueden salir de una celda (MORITZ, 1985). El otro motivo es el comportamiento higiénico que tiene la abeja asiática con respecto a *A. mellífera*, que acicalándose puede desprenderse los ácaros adheridos a su cuerpo (PENG et al., 1987).

La varroa es transmitida a las abejas europeas a mediados del siglo XX cuando colonias de *Apis mellífera* entran en contacto con colonias de *Apis cerana* (DE JONG et al., 1982). Desde ese entonces el ácaro se distribuyó rápidamente por Asia, Europa, África y Sudamérica ocasionando daños muy severos (GONCALVES et al., 1979, CRANE, 1990). El daño que este exoparásito produce en *A. mellífera* es mucho más severo.

La *Varroa destructor* cumple una fase de su ciclo de vida dentro de las celdas de cría de *A. mellífera* y otra fase sobre el cuerpo del adulto (fase forética) prefiriendo aquellas celdas de zángano (FUCHS, 1990) (Figura 2). La hembra ingresa en dichas celdas unas horas antes de que sea operculada. Allí se sumerge por un par de días en el alimento larval hasta que se evidencia el estado pupal de la abeja, momento en el cual el ácaro se adhiere y comienza a

alimentarse de él. Al mismo tiempo que comienza a parasitar la pupa, esta hembra comienza a oviponer, siendo el primero, un huevo de macho. Luego, continúa oviponiendo futuras hembras cada 30 horas, alcanzando a depositar hasta seis huevos en celdas de obreras y hasta siete u ocho huevos en celdas de zánganos (DONZE et al., 1998).

Los machos tardan alrededor de 150 horas en llegar a la madurez y las hembras alrededor de 130 horas. Una vez alcanzada la madurez, el macho las fecunda dentro de la celda. En promedio 1,4 hembras fecundadas emergen de una celda de cría y 2,2 por celda de zánganos (INFANTIDIS, 1983).

Una vez finalizado el estado de pupa, la abeja rompe el opérculo y sale de la celda, y junto con ella salen las varroas fecundadas para continuar la infestación.



Figura 2. Ciclo de la varroa. Imagen tomada de Bayer Scientific magazine.

El motivo por el cual prácticamente la totalidad de las colmenas en Argentina tienen presencia de varroa es por las múltiples vías de infestación que la pueden originar. Puede ser la deriva de abejas de una colmena a otra una de las causantes; los zánganos que acceden libremente a otras colmenas; el pillaje por parte de una colmena a otra, la captura de enjambres salvajes, entre otros. Inclusive se han llegado a registrar ingresos de hasta 30 ácaros por día y por colmena (BULACIO CAGNOLO, 2011 y GREATTI et al., 1992).

Debido al grado de diseminación de la enfermedad, sumado a que no es un parásito natural de *Apis mellifera* y por lo tanto es difícil que la población de varroa se mantenga controlada naturalmente, es necesario realizar controles permanentemente (PENG et al., 1987).

Desde el descubrimiento de la enfermedad se han ido probando distintos principios activos para el control del ácaro. Las primeras sustancias que se utilizaron fueron piretroides, clorados y organofosforados (ROOT, 1965).

Dentro de los piretroides, los más utilizados son la Flumetrina y el Fluvalinato, comúnmente usados para el control de garrapatas y piojos en caballos, ovejas y vacas. Estas sustancias actúan afectando el sistema nervioso del ácaro y provocan su muerte (EGUARAS y RUFFINENGO, 2006). El Fluvalinato se ha dejado de utilizar por problemas de resistencia al producto por parte de los ácaros ya que los primeros casos se documentaron en el año 1991 en Italia (LOGLIO y PLEBANI, 1992). En el caso de la Flumetrina también se ha registrado el desarrollo de resistencia (MILANI, 1995), además de otros problemas como la disminución de la longevidad de la abeja (TAN et al., 2013).

Otro de los principios activos que se ha usado mucho, aunque no es tan común ahora, es el Cumaphos, de la familia de los organofosforados. Este compuesto ocasiona parálisis y muerte en varias especies de parásitos, garrapatas, piojos, moscas, y varroa. (EGUARAS y RUFFINENGO, 2006). Pero, al igual que los otros principios activos también se ha registrado resistencia por parte de la varroa (MAGGI et al., 2009).

Por último, el Amitraz es otro de los acaricidas sintéticos que se utilizan comúnmente en Argentina. Es de la familia de las amidinas y es usado como acaricida e insecticida, ya que además de controlar la varroa, también sirve para eliminar arañuelas, cochinillas, áfidos, etc. Es un principio activo que funciona muy bien en ausencia de cría (LODESANI et al., 1990) pero ya ha tenido problemas de resistencia comprobada desde el año 1991 en Serbia (MILANI, 1999).

Al comienzo, todos estos principios activos tenían excelentes resultados en el control de la parasitosis, pero luego, el uso continuo de estas sustancias a lo largo del tiempo, sumado a las subdosificaciones y a las sobredosificaciones

de las preparaciones caseras, condujeron a aumentar la resistencia por parte del ácaro (LODESANI et al., 1995).

Otro problema que presentan estos acaricidas sintéticos es que normalmente no pueden ser usados durante la época de mayor entrada de néctar. Esto es debido a que dejan residualidad en las mieles. Por lo tanto, en el momento en el que se utilizan (post mielada) muchas veces la población de ácaros ya alcanzó niveles perjudiciales (LE CONTE et al., 2010).

Una alternativa viable a los compuestos sintéticos son los acaricidas orgánicos, utilizados hace ya varios años. Inicialmente la eficacia de éstos no fue buena y las formas de aplicación no eran de las más sencillas, ya que, se utilizaban rociados, sublimados o aplicados a gota gruesa (NANETTI y STRADI, 1997).

Entre estos acaricidas orgánicos, uno de los compuestos que más ventajas tiene en relación a los otros es el ácido oxálico, por su alta eficacia, baja variabilidad, baja o nula residualidad en miel y cera, y baja o nula toxicidad para las abejas. A ello se suma que es fácil de usar, seguro para el apicultor, además es un componente natural de la miel y de varios vegetales (DEL NOZAL et al., 2000, BERNARDINI y GARDI, 2001).

Aluén CAP ® (Figura 3) es un producto elaborado a base de ácido oxálico que la Cooperativa de Trabajo Apícola Pampero lanzó al mercado en el año 2016. Consiste en tiras de celulosa impregnadas con ácido oxálico que liberan dicho principio activo de manera lenta dentro de la colmena. Entre sus propiedades técnicas se destaca que:

- Requiere una sola aplicación y supera eficacias del 95%, aún en colonias con gran desarrollo de cría.
- Por ser un producto orgánico, está aprobado para utilizarlo en plena mielada.
- No genera resistencia ya que es una molécula presente naturalmente en todo los seres vivos.
- Demuestra gran eficacia en un amplio rango de ambientes.

- No interfiere en el desarrollo de la cría y en la abeja adulta.



Figura 3: Presentación de Aluén CAP ®, acaricida orgánico de liberación lenta.

La concentración del ácido oxálico y su distribución dentro de la colmena, así como el método de aplicación son factores esenciales para obtener un buen resultado en el control de la varroasis (MAGGI, M. et al., 2016).

Otro de los componentes fundamentales para lograr una correcta eficacia de los productos aplicados sobre tiras de celulosa es el porcentaje de roído de la misma, ya que este deterioro de los soportes reduce el área de contacto del principio activo con los ácaros. (BULACIO CAGNOLO, 2011).(ver figura 4).



Figura 4. Soporte de celulosa nuevo, a la izquierda, y soporte de celulosa roído a la derecha.

# OBJETIVO

## General:

El objetivo de este trabajo es evaluar la dosificación del acaricida de uso apícola Aluen CAP ® en el control de *Varroa destructor* en colmenas en pleno desarrollo primavero-estival.

## Específicos:

Estudiar el tratamiento de la varroasis con distintas dosificaciones de ácido oxálico en tiras de liberación lenta (Aluen CAP ®) a través de la comparación de:

- el área de cría.
- la cantidad de cuadros de abeja.
- el roído de los soportes.
- la eficacia en control.

# MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue realizado durante los meses de noviembre y diciembre del año 2018, y enero y febrero del año 2019

## Área de estudio:

El ensayo fue realizado en un apiario de mi propiedad ubicado en las cercanías de la ciudad de Bahía Blanca, en el partido de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires. (Latitud  $38^{\circ} 39' 35''$  S, Longitud  $62^{\circ} 18' 50''$  W).



Figura 5. Ubicación del apiario (provincia de Buenos Aires).

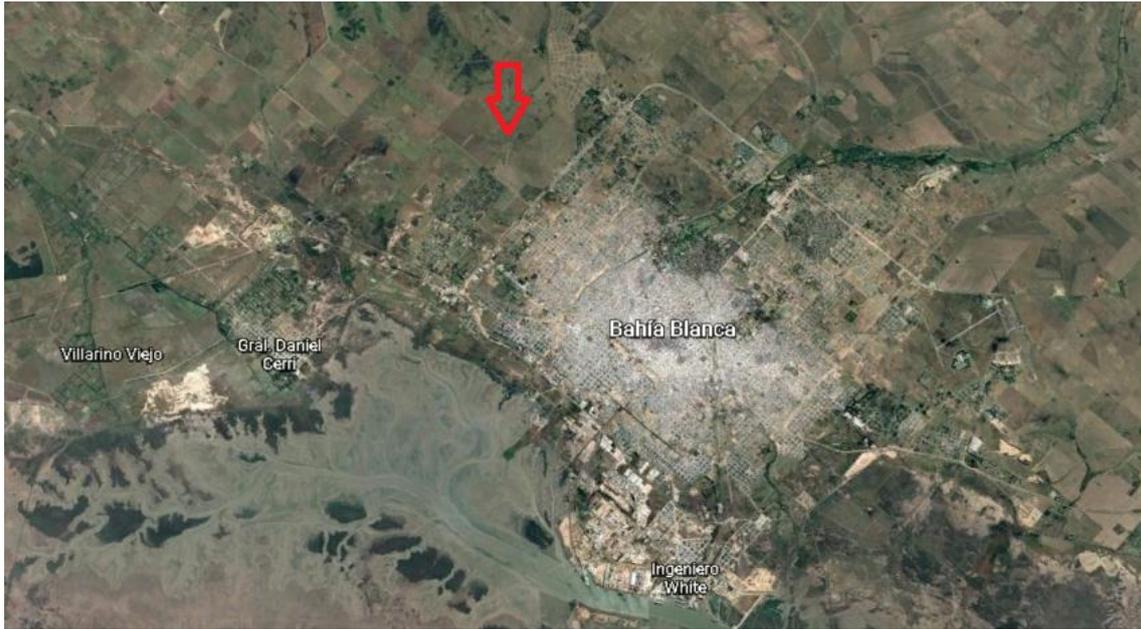


Figura 6. Ubicación de apiario (ciudad de Bahía Blanca).



Figura 7. Apiario del ensayo.

## Metodología del ensayo

Las colmenas utilizadas para este ensayo fueron de tipo Langstroth. Para los tratamientos de ácido oxálico se aplicó el producto Aluen CAP ® y como testigo se utilizó un tratamiento con Flumetrina (Flumevar-Apilab ®) en la dosis recomendada por el laboratorio. Se tomaron al azar 25 colmenas para establecer cinco tratamientos con cinco repeticiones cada uno.

Los mismos fueron:

TRATAMIENTO 1: 1 tira de Aluen Cap (Figura 9).

TRATAMIENTO 2: 2 tiras de Aluen Cap (Figura 10)

TRATAMIENTO 3: 3 tiras de Aluen Cap (Figura 11).

TRATAMIENTO 4: 4 tiras de Aluen (dosis actualmente recomendada) (Figura 12).

TRATAMIENTO 5: 2 tiras de Flumetrina (dosis recomendada) (Figura 8).

Para poder determinar la magnitud del roído de los soportes, éstos se pesaron con una balanza de precisión antes de la aplicación del producto y al terminar el ensayo.



Figura 8. Tratamiento de Flumetrina con piso técnico para realizar el recuento de ácaros caídos.



Figura 9. Aluén Cap 1 tira.



Figura 10. Aluén Cap 2 tiras.



Figura 11. Aluén Cap 3 tiras.



Figura 12. Aluén Cap 4 tiras.

El ensayo comenzó el día 21/11/18 y antes de aplicar los tratamientos se registró en cada colmena:

- Área de cría: medida en decímetros cuadrados (Fig. 13).
- Población de abejas adultas en número de cuadros de abeja.
- Porcentaje de varroa: mediante método del frasco, tal como se describe en la figura 14, con aproximadamente 500 abejas tomadas de los cuadros de cría.

Luego se colocaron pisos técnicos en las colmenas para facilitar el conteo de la varroa muerta. Éstos consisten en una malla de alambre que se coloca por encima de los pisos originales y que permite el pasaje de los ácaros, pero no el de las abejas, de forma tal que no puedan limpiar lo que cae por debajo de esta malla (Fig. 15 y 16).



Figura 13. Cada cara del cuadro se divide en  $8 \text{ dm}^2$ .



Figura 14. Método del frasco para estimación de porcentaje de varroa.



Figura 15. Partes de un piso técnico.



Figura 16. Piso técnico armado

A partir del inicio del ensayo se visitó el apiario cada 7 días. En cada visita se retiró el contenido de cada piso técnico y con la ayuda de un embudo se colocó el contenido de cada bandeja en un frasco rotulado con el tratamiento y el número de repetición correspondiente (Figura 17).



Figura 17. Embudo para recolectar residuos del piso técnico.

Este procedimiento se repitió semanalmente durante ocho semanas, y cada vez que se tomaba una muestra, se realizaba el conteo de la cantidad de ácaros muertos y se completaba la planilla de registro (Fig. 18).

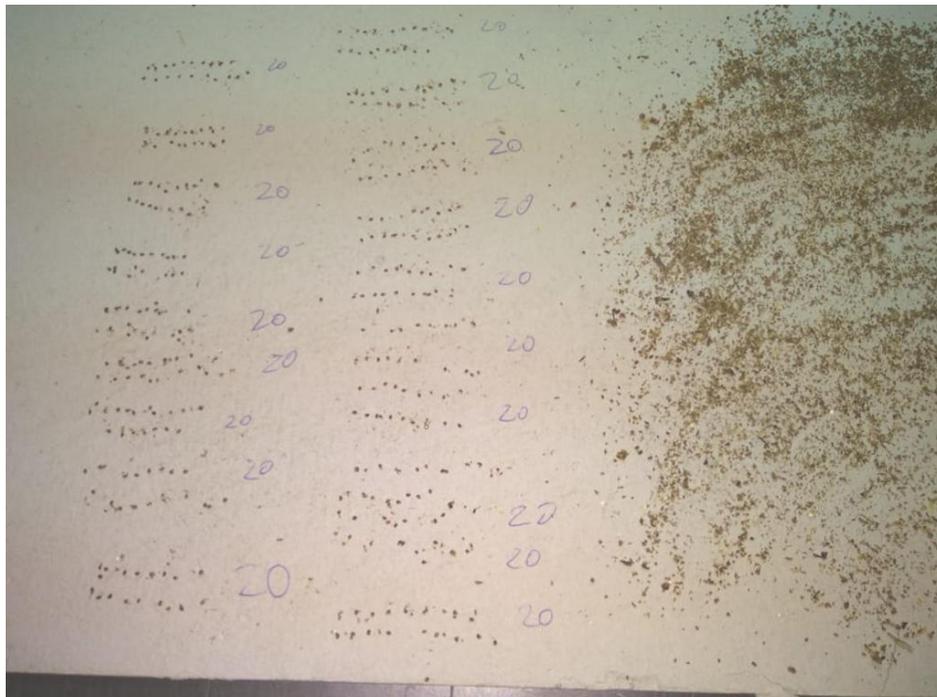


Figura 18. Conteo de varroas.

Al finalizar la octava semana se volvieron a tomar los datos de área de cría, cuadros de abeja y porcentaje de varroa mediante el método del frasco, de igual manera que al comienzo del ensayo.

Ese mismo día, se realizó el choque químico a la totalidad de los tratamientos con otro principio activo distinto (amitraz). Para esto fue utilizado el formulado Amivar de Apilab ®, que es un producto aprobado, y en la dosis recomendada por el laboratorio. Habiendo respetado el tiempo de acción de este producto, se procedió a retirar una última vez todos los residuos del piso técnico para volver a contar los ácaros muertos.

Para determinar el porcentaje de eficacia de los tratamientos (E%) se utilizó el cálculo propuesto por FLORIS et al., 2001:

$$E\% = 100 \left[ \frac{I_f}{I_f + I_t} \right]$$

Donde:  $I_t$  = Número de varroas recogidas en los pisos técnicos.

$I_f$  = Número de varroas recolectadas luego del choque químico.

### **Análisis estadístico de los datos:**

Los datos recogidos de área de cría, cuadros de abejas y porcentaje de roído a los 42 y 56 días de iniciado el tratamiento fueron estudiados mediante ANOVA.

Para los datos de eficacia y cantidad de ácaros residuales, además del análisis de ANOVA, se realizó un análisis de Diferencia Mínima Significativa (DMS) para poder determinar cuál o cuáles de los tratamientos difieren entre sí.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos del análisis respecto a la población de abeja adulta, en cuanto a las mediciones pre-aplicación de los cuadros cubiertos de abejas, los resultados obtenidos no demuestran ninguna diferencia significativa entre los tratamientos ( $F_{4,17}=0,23$ ;  $p=0,91$ ). En las mediciones post-aplicación, los resultados obtenidos tampoco demuestran ninguna diferencia significativa entre tratamientos ( $F_{4,15}=0,84$ ;  $p=0,52$ ). Esto significa que no hubo diferencias significativas de tamaño entre las colmenas del ensayo, y a su vez, que ninguno de los tratamientos tuvo efecto sobre la cantidad de cuadros cubiertos de abejas (Fig. 19). Como es habitual en ensayos apícolas, la variabilidad intra tratamientos es relativamente alta y por ello sería útil corroborar estos resultados utilizando para el ensayo un mayor número de colmenas.

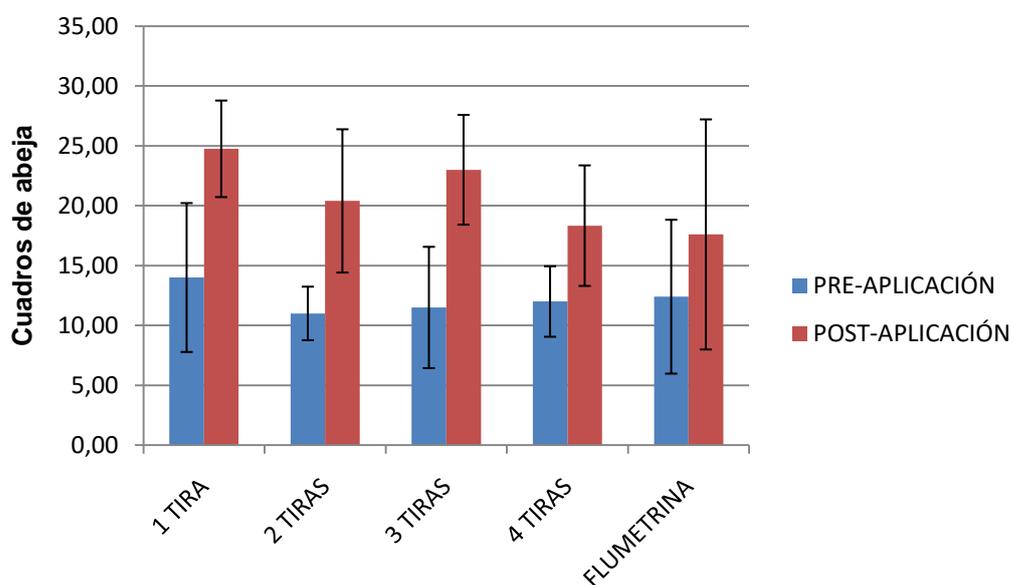


Figura 19. Cuadros de abeja pre y post-tratamiento.

Por otro lado, respecto al área de cría, la evaluación pre-aplicación no demuestra ninguna diferencia significativa entre los tratamientos ( $F_{4,17}=0.63$ ;  $p=0,64$ ). En la medición post-aplicación, los resultados obtenidos tampoco demuestran ninguna diferencia significativa entre tratamientos ( $F_{4,13}=0.56$ ;  $p=0,68$ ).

Al igual que con la cantidad de cuadros de abeja, los resultados obtenidos demuestran que las colmenas seleccionadas para los tratamientos fueron homogéneas y también demuestra que ninguno de los tratamientos tuvo efecto sobre la cantidad de cría (Fig. 20).

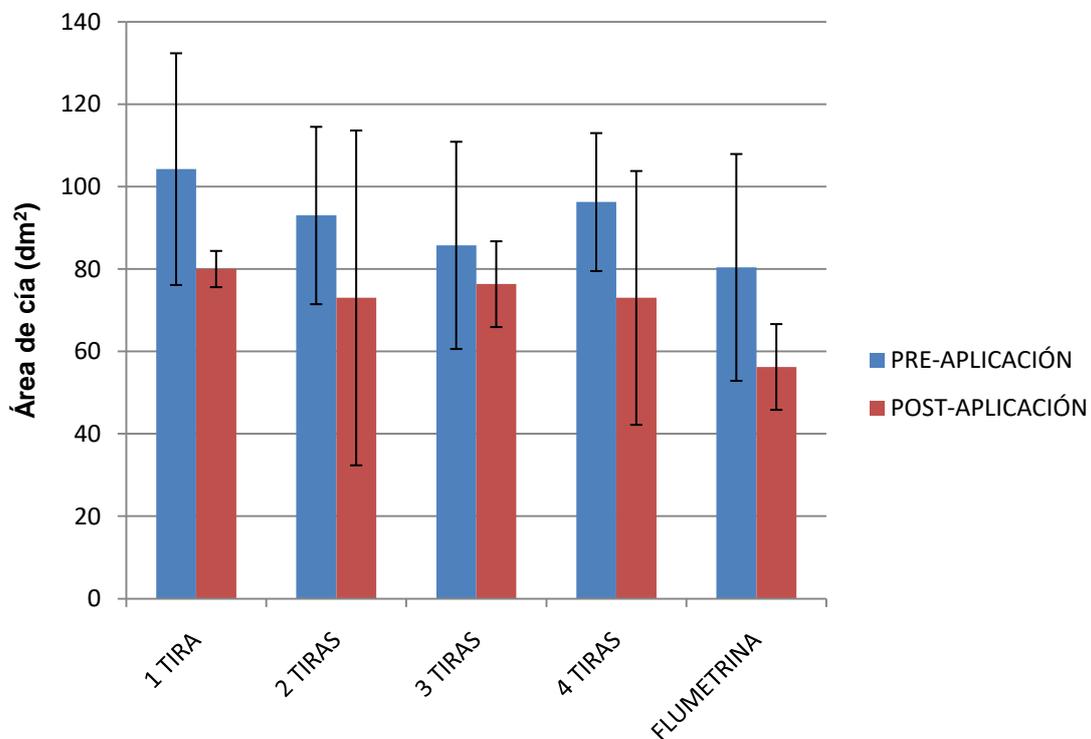


Figura 20. Área de cría pre y post-tratamiento.

Si bien el análisis de la varianza no detectó diferencias significativas entre los tratamientos respecto al roído de las tiras ( $F_{3,13}=1.98$ ;  $p=0.16$ ), se pudo observar una tendencia de mayor roído en los tratamientos de menor cantidad de tiras (Fig. 21).

Las posibles causas del roído son de lo más variadas y están relacionadas con el comportamiento higiénico, la cantidad de abejas en la colmena, el área de cría, las condiciones climáticas, el flujo de néctar, la fecha de aplicación, etc. Para comprobar esta observación mediante un análisis estadístico, el número de repeticiones debería ser más grande en un futuro ensayo.

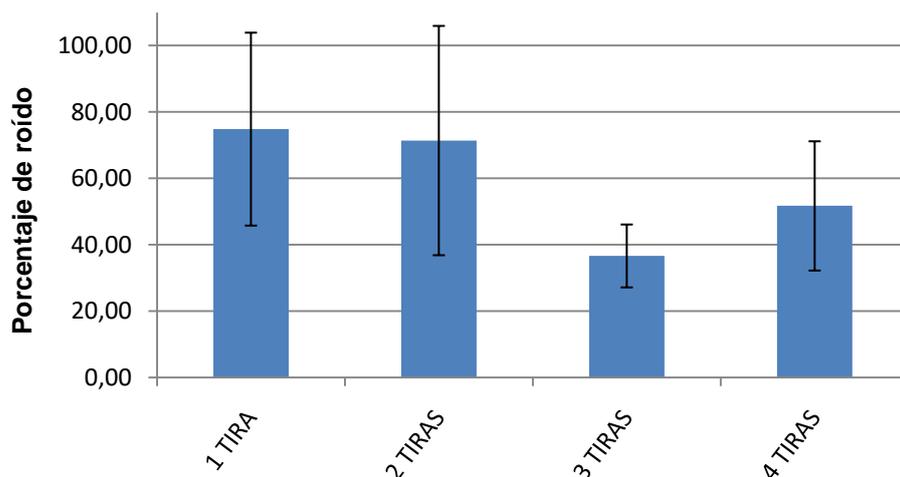


Figura 21. Porcentaje de roído de tiras según tratamiento.

En la figura 22 se presenta la eficacia acumulada de los tratamientos acaricidas, de manera que las pendientes de las curvas indican la velocidad de caída de los ácaros con los tratamientos de Flumetrina y de dos, tres y cuatro tiras de ácido oxálico. Se puede observar no difieren considerablemente entre ellos pero sí existe una clara diferencia con el tratamiento de una sola tira de ácido oxálico, que no alcanzó los niveles de eficacia necesarios para un buen control y a su vez, la velocidad de volteo fue muy lenta.

Otro aspecto de los tratamientos que se puede observar en esta figura es que, si bien la duración del control informada por el fabricante es de cuarenta y dos días, todas las dosificaciones siguen controlando la varroa con posterioridad a ese período. En el caso del tratamiento de Flumetrina, que la tira permanezca por un período más largo no es recomendable, ya que se corre riesgo de aumentar la aparición de resistencia por sub-dosificación. En el caso del Aluén CAP, al ser un acaricida en base a ácidos orgánicos, es muy bajo el

riesgo de generar resistencia en la varroa, por lo tanto, es un atributo muy positivo que siga controlando el acaro por un tiempo prolongado.

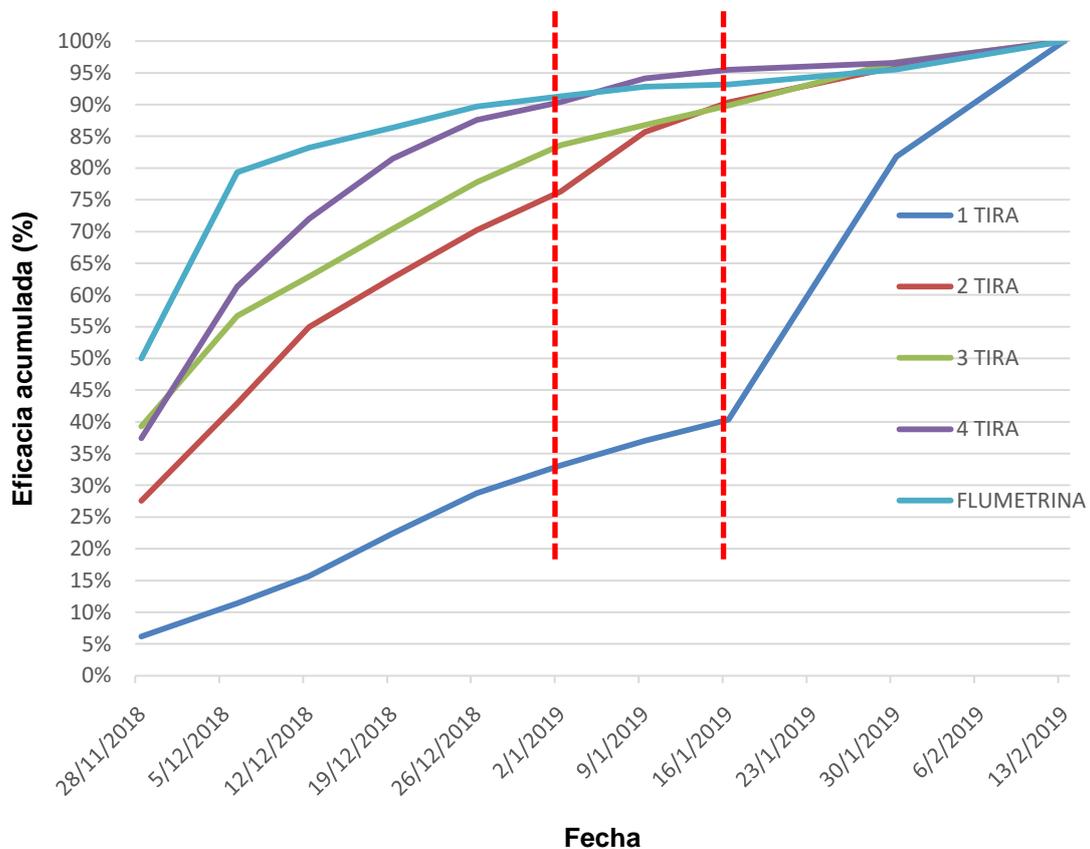


Figura 22. Eficacia acumulada de los tratamientos en base a la fecha. Las líneas verticales indican las fechas en las que se analizaron estadísticamente las eficacias logradas en los tratamientos.

Para determinar la eficacia entre tratamientos, se hizo el análisis de datos registrados a los 42 y 56 días de la aplicación. Tanto a los 42 días de la aplicación se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos ( $F_{4,17}=20.86$ ;  $p<0.01$ ) como a los 56 días post aplicación, también se encontraron diferencias altamente significativas ( $F_{4,17}=57.50$ ;  $p<0.01$ ).

En un principio, se puede observar que a los 42 días, los tratamientos 3 y 4 (con 3 y 4 tiras de Aluen CAP) y el tratamiento 5 (tiras con Flumetrina) mostraron los mayores niveles de eficacia. A su vez, no se encontraron

diferencias significativas entre los tratamientos 2, 3 y 4 (con 2, 3 y 4 tiras de Aluen CAP, respectivamente), siendo esta última la dosis actualmente recomendada. Por último, la menor eficacia fue registrada para el tratamiento 1, es decir, con 1 tira de Aluen CAP.

A los 56 días, no se encontraron diferencias entre los tratamientos con 2, 3, y 4 tiras de Aluen CAP y flumetrina, registrándose los mayores valores de eficacia (Figura 23).

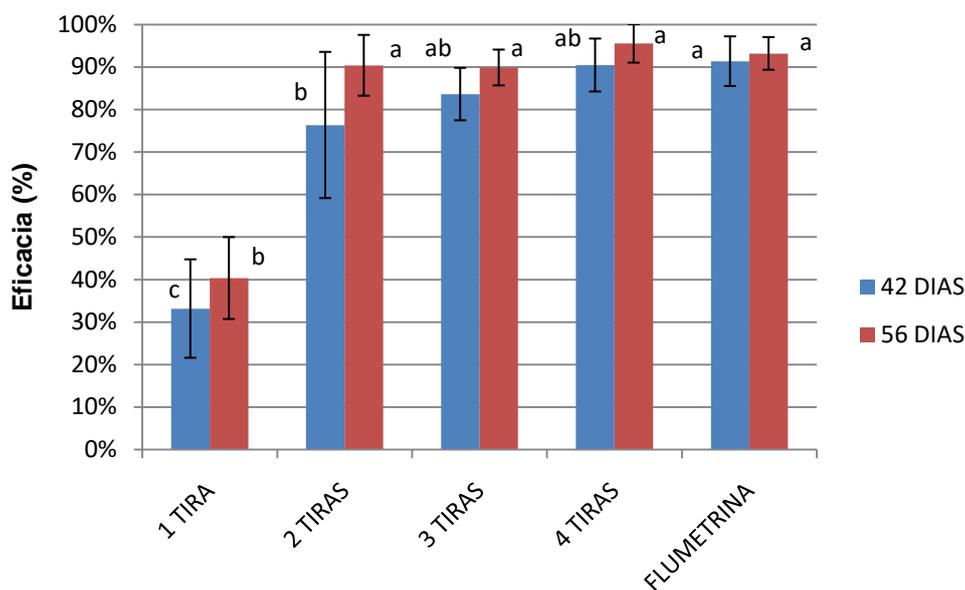


Figura 23. Eficacia de los tratamientos varroocidas en base de ácido oxálico (Aluen CAP) y a flumetrina a los 42 y 56 días de colocado el acaricida dentro de las colmenas. Letras iguales en la misma fila indican que no se detectaron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) mediante la prueba de DMS (diferencia mínima significativa).

Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para la cantidad de ácaros remanentes ( $F_{4,17}=3,18$ ;  $p<0,05$ ) tanto a los 42 días de tratamiento como a los 56 días ( $F_{4,17}=4.11$ ;  $p<0.05$ ). Ambos análisis arrojaron resultados similares, siendo el tratamiento 1 (de Aluen CAP con una sola tira) el único tratamiento que mostró una mayor cantidad de ácaros residuales.

Esto es un dato muy interesante a nivel de campo, porque es más importante la cantidad de ácaros residuales post tratamiento que la eficacia del

tratamiento, o sea, resulta más importante la cantidad de ácaros que quedan luego del tratamiento y no cuántos ácaros mató del total.

Los ácaros remanentes en las colmenas luego de cada tratamiento es el indicador más preciso del desempeño de un acaricida. El porcentaje de eficacia nos da una idea del funcionamiento del tratamiento, pero también es un valor que a veces resulta subestimado, principalmente en colmenas con baja cantidad de ácaros iniciales. No es posible establecer si los ácaros que se contabilizaron luego del choque químico son ácaros que los tratamientos no mataron o si son ácaros de re-infestación.

Sin embargo, contemplando que el apiario donde se realizó el ensayo está muy cercano a la ciudad, en una zona donde hay gran cantidad de colonias, es probable que buena proporción de esos ácaros remanentes provengan de re-infestación de otras colonias.

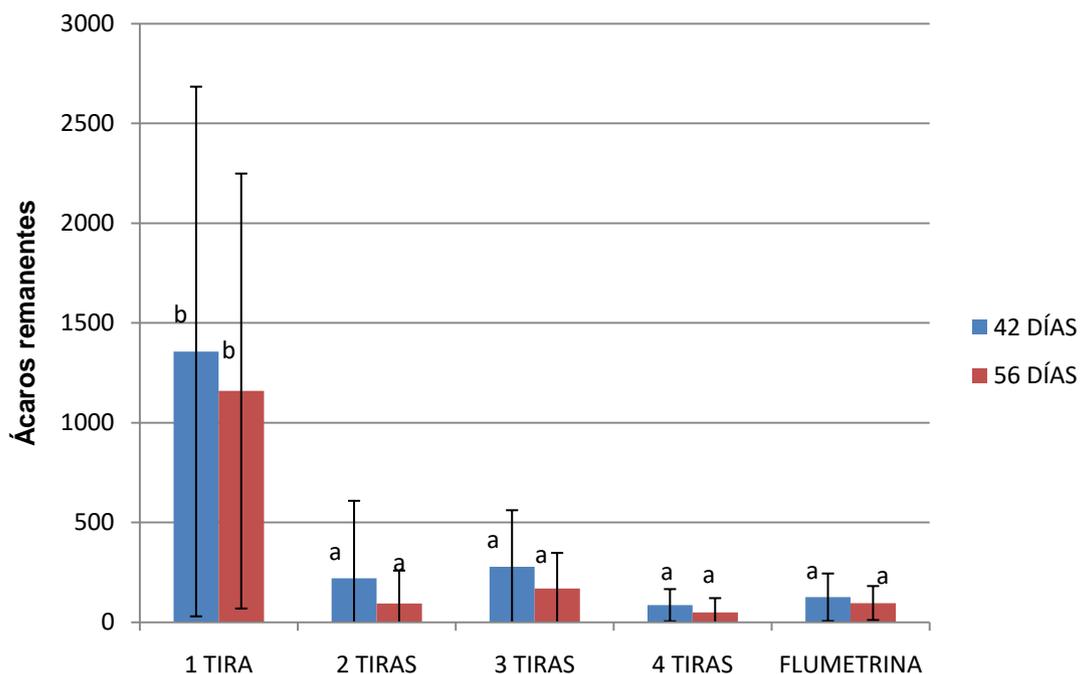


Figura 24. Ácaros remanentes en las colmenas a los 42 y a los 56 días de la aplicación de los tratamientos acaricidas. Letras iguales en la misma fila indican que no se detectaron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) mediante la prueba de DMS (diferencia mínima significativa).

En cuanto a la fecha en la que se realizó el ensayo, tardía con respecto a la que utilizan habitualmente los apicultores, se considera que fue apropiada para evaluar los acaricidas en condiciones exigentes de alto desarrollo poblacional de las colonias, y a su vez, más apropiada para la aplicación de acaricidas orgánicos. Los apicultores estaban acostumbrados a tratar las colmenas con acaricidas sintéticos, que dejan residuos en la miel y por lo tanto no pueden ser utilizados durante la época de acopio de néctar para la cosecha. Esto obligaba a realizar los tratamientos temprano en la primavera, para respetar el tiempo de carencia apropiado antes de la mielada. Esta limitación dejó de existir en algunos tratamientos orgánicos, como el ácido oxálico, ya que, al no dejar residuos en la miel, permiten mayor flexibilidad en cuanto al momento de su utilización. En base a estos resultados, es eficaz realizar la cura primaveral a fines de noviembre, siempre y cuando la carga de varroasis en las colmenas lo permita. De esta manera, el periodo entre el tratamiento de inicio de la temporada y el de cierre es relativamente corto, y no permite que el ácaro alcance niveles poblacionales que afecten el desempeño de las colonias.

## CONCLUSIONES

La aplicación de dosis que variaron entre una y cuatro tiras del acaricida Aluen CAP® por cámara de cría de colmenas Langstroth muy pobladas no afectó significativamente el área de cría ni la población de abejas adultas. Respecto al roído de las tiras de celulosa que conforman el soporte del acaricida, tampoco fue afectado por la dosificación. Dada la variabilidad intra tratamientos, sería útil corroborar estos resultados utilizando un mayor número de colmenas.

El único tratamiento que no resultó recomendable para el control de varroasis fue el de una sola tira de ácido oxálico (Aluén CAP), que presentó porcentajes de eficacia muy por debajo de los deseables.

Tanto la Flumetrina como Aluén CAP con dos, tres y cuatro tiras mostraron valores altos y aceptables de eficacia, tanto a los 42 como a los 56 días, más aún si tenemos en cuenta la fecha de realización del ensayo, momento en que las colmenas presentaban un gran desarrollo poblacional.

La cantidad de ácaros remanentes también permite concluir que el único tratamiento que no es recomendable es el de una tira de ácido oxálico. Por lo tanto, puede concluirse que en base a los resultados obtenidos en este trabajo, sería aconsejable una dosificación de 2 tiras de Aluén CAP por colonia de abejas en pleno desarrollo. Así se lograría minimizar la utilización de principio activo dentro de la colonia, bajar costos y tiempo de aplicación, sin perder eficacia en el control de *Varroa destructor* respecto a la recomendación actual de aplicar cuatro tiras por cámara de cría.

Finalmente, en cuanto a la fecha de aplicación del acaricida en base a ácido oxálico, los niveles de eficacia logrados tratando a fines de noviembre permiten recomendar esta época, con lo cual el periodo entre el tratamiento de inicio de la temporada y el de cierre es menor al de otros acaricidas, y eso evitaría que el ácaro alcance niveles poblacionales que afecten el desempeño de las colonias.

## BIBLIOGRAFÍA

ANDERSON, D. y TRUEMAN, J. 2000. *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. Exp Appl Acarol 24:165–189.

ARIZMENDI, M. 2009. La crisis de los polinizadores. CONABIO. Biodiversitas 85:1-5.

BERNARDINI, M. y GARDI, M. 2001. Influence of acaricide treatments for *Varroa* control on the quality of honey and beeswax. Apitalia 28: 21-24.

BULACIO CAGNOLO, M. BASUALDO, M. y EGUARAS, M. 2010. Actividad Varroocida del timol en colonias de *Apis mellifera* L. de la provincia de Santa Fe. InVet vol.12 no.1 Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Versión On-line ISSN 1668-3498.

BULACIO CAGNOLO, N. 2011. Manejo integrado de *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) en Colonias de *Apis mellifera* (Hymenoptera Apidae) en el centro-oeste de la Provincia de Santa Fe. Tesis Doctoral. FCEyN- Universidad Nacional de Mar del Plata.455 pp.

CRANE, E. 1990. Bees and Beekeeping. Science, practice and world resources. Ed. Heinemann Newnes. Londres, 614 pp.

DE JONG, D. 1997. Mites: *Varroa* and other parasites of brood. Honey bee pests, predators and diseases. Pp: 200-327.

DE JONG, D. MORSE, R.A y EICKWORT, G. 1982. Mite pests of honey bees. Annu. Rev. Entomol.: 27: 229-252.

DEL NOZAL, M J. BERNAL, JL. DIEGO, JC. GÓMEZ, LA. RUIZ, JM y HIGES, M. 2000. Determination of oxalate, sulfate and nitrate in honey and honeydew by ion-chromatography, J. Chromat. 881: 629-638.

DONZE, A. FLURI, P. e IMDORF, A. 1998. A look under the cap: The reproductive behavior of *Varroa* in the capped brood of the honey bee. *American Bee Journal* 138: 528-533.

EGUARAS, M y RUFFINENGO, S. 2006. Estrategia para el control de *Varroa*. Ed. Martin, Mar del Plata, Argentina. 149 pp.

FLORIS, I. CABRAS, P. GARAU, V. MINELLI, E. SATTA, A. TROULLIER, J. 2001. Persistence and effectiveness of pyrethroids in plastic strips against *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) and mite-resistance in a Mediterranean area. *J. Econ. Entomol.* 94.

FUCHS, S. 1990. Preference for drone brood cells by *Varroa jacobsoni* Oud. in colonies of *Apis mellifera carnica*. *Apidologie* 21:193-199.

GONCALVES, L. S. MORSE, R. A. y STORT, A. C. 1979. Incidence of the mite *Varroa jacobsoni* in the colonies of Africanized bees in the State of Sao Paulo. *Apimondia Athens*, 21, 374-378.

GOULSON, D. NICHOLLS, E. BOTÍAS, C y ROTHERAY, E. 2015. Combined stress from parasites pesticides and lack of flowers drives bee declines. *Science*. 347:6229.

GREATTI, M. MILANI, N y NAZIZI, F. 1992. Reinfestation of an acaricide-treated apiary by *Varroa jacobsoni* Oud. *Experimental & applied acarology* 16.4: 279-286.

INFANTIDIS, M.D. 1983. Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* in worker and drone honey bee brood cells. *J. Apicultural Research* 22: 200-206.

KOENIGER, N. KOENIGER, G. y WIJAYAGUNASEKARA, N. 1981. Beobachtungen über die Anpassung von *Varroa jacobsoni* an ihren natürlichen Wirt *Apis cerana* in Sri Lanka. *Apidologie* 12, 37-40.

LE CONTE, Y., ELLIS, M., y RITTER, W. 2010. Varroamites and honey bee health: can *Varroa* explain part of the colony losses? *Apidologie*, 41(3), 353–363.

- LODESANI, M. BERGOMI, S. PELLICANI, A. CARPANA, E. y RABITTI, T. 1990. Prove sperimentali per la valutazione dell'efficacia e la determinazione dei residui di alcuni prodotti impiegati nella lotta alla varroasi. *Apicoltura* 6:105-130.
- LODESANI, M. COLOMBO, M. y SPREAFICO, M. 1995. Ineffectiveness of Apistan® treatment against the mite *Varroa jacobsoni* Oud. in several districts of Lombardy (Italy). *Apidologie* 26: 62–67.
- LOGLIO, G y PLEBANI, G. 1992. Valutazione dell'efficacia dell'Apistan. *Apicoltore Moderno* 83: 95-98.
- MAGGI, M. RUFFINENGO, S. DAMIANI, N. SARDELLA, N Y EGUARAS, M. 2009. First detection of *Varroa destructor* resistance to coumaphos in Argentina. *Exp. Appl. Acarol.* 47:317–320.
- MAGGI, M., TOURN, E., NEGRI, P., SZAWARKI, N., MARCONI, A., GALLEZ, L. y QUINTANA, S. 2016. A new formulation of oxalic acid for *Varroa destructor* control applied in *Apis mellifera* colonies in the presence of brood. *Apidologie*, 47(4), 596-605.
- MICHENER, CD. 2000. The bees of the world. The Johns Hopkins University Press. Baltimore 913 p.
- MILANI, N. 1995. The resistance of *Varroa jacobsoni* to pyrethroides: a laboratory assay. *Apidologie* 26: 415-429.
- MILANI, N. 1999. The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. to acaricides. *Apidologie* 30: 229-234.
- MORITZ, R. F. A. 1985. Heritability of the postcapping stage in *Apis mellifera* and its relation to varroa resistance. *J. Heredity*, 76, 267-270.
- NANETTI, A y STRADI, G. 1997. Varroasi: trattamento chimico con acido ossalico en sciroppo zucherino. *L'ape, nostra amica* 5: 6-14.

O'TOOLE, C. 1993. Diversity of native bees and agroecosystems. In LaSalle, J; Gauld, ID. eds. Hymenoptera and Biodiversity. Wallingford, UK, Commonwealth Agricultural Bureau International. p. 169-196.

OUDEMANS, A. C. 1904. Acarologische Aanteekeningen XII. Entomol. Ber. Uitgegeven Door Ned. Entomol. Verh., 1, 160-164.

PELDOZA, J. 1992. Varroasis de las abejas. El Campesino 8(123): 48-58.

PENG, Y. FANG, Y. XU, S. y GE, L. 1987. The resistance mechanism of the asian honeybee, *Apis cerana*, to an ectoparasitic mite, *Varroa jacobsoni*. Journal Invertebratepathology 49: 54- 60.

ROOT, A. I. 1965. ABC y XYZ de la Apicultura. Ed. Hachette, Buenos Aires.

SAMMATARO, D. GERSON, U y NEEDHAM, G. 2000. Parasitic mites of honey bees: life history, implications and impact. Ann. Rev. Entomol. 45: 519-548.

STEFFAN-DEWENTER, I. POTTS, SG y PACKER, L. 2005. Pollinator diversity and crop pollination services are at risk. Trends Ecol Evol. 20:651–652.

TAN, K. YANG, S. WANG, Z. y MENZEL, R. 2013. Effect of flumethrin on survival and olfactory learning in honey bees. PloS one 8(6), e66295. doi:10.1371/journal.pone.0066295.

TOURN, E. MARCONI, A. IACONIS, D. GALLEZ, L. 2012. Importancia socio-productiva de la apicultura en la región de influencia del INTA EEA Bordenave. AgroUNS 18: 18-22.