

EVALUACIÓN A CAMPO DE LA EFECTIVIDAD DEL TRATAMIENTO CONTRA NOSEMOSIS EN APIARIOS DE LA PROVINCIA DE SANTA FE

SIGNORINI, M. L.^{1,2}; MOLINERI, A.¹; BULACIO-CAGNOLO, N.¹;
MERKE, J.¹; LUISELLI, S.¹ & CAPORGNO, J.¹

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficacia de la fumagilina, bajo condiciones de campo, en el tratamiento de la Nosemosis. Los datos empleados correspondieron a muestreos realizados en colmenas de la provincia de Santa Fe entre enero de 2007 y mayo de 2008. Se seleccionaron las colmenas que recibieron tratamientos con fumagilina, registrándose la información correspondiente al estado de la colmena y se tomaron muestras de abejas para recuentos de esporos de *Nosema* sp. antes y después de aplicado el tratamiento. La efectividad de la fumagilina fue superior durante el año 2008 y cuando el tratamiento fue realizado en los meses de mayo y junio. Romang, Saladero Cabal y Vera fueron los distritos en los cuales se comprobaron reducciones significativas en los recuentos de esporos de *Nosema* sp. El tratamiento pudiera no ser efectivo per se sino como consecuencia de la renovación de abejas. Para mejorar la efectividad del tratamiento y reducir el impacto de la enfermedad en las colmenas sería recomendable conocer la evolución de las cargas de esporos durante el año para determinar las fechas críticas para realizar el tratamiento. Se considera necesario realizar estudios adicionales para analizar el impacto de factores externos al tratamiento. El presente estudio es de naturaleza observacional, por lo que debería realizarse un ensayo controlado para evaluar la efectividad de la fumagilina en el tratamiento de la Nosemosis midiendo no solo la cantidad de esporos sino también la prevalencia de abejas infectadas.

Palabras claves: Nosemosis, fumagilina, abeja, apiario.

SUMMARY

Evaluation of the Nosemosis treatment effectiveness in apiaries in the Santa Fe province (Argentina).

The aim of this study was to evaluate the effectiveness of fumagillin, under field conditions in the treatment of Nosemosis. Two hundred hives were treated with fumagillin in Santa Fe province from January 2007 to May 2008. Honeybees samples were taken to spore counting before and after treatment, evaluating the hive's condition. The effectiveness of fumagillin was higher during 2008 and

1.- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Rafaela, Ruta 34 Km 227. (2300) Rafaela, provincia de Santa Fe.

2.- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Rafaela, Ruta 34 Km 227. (2300) Rafaela, provincia de Santa Fe. Tel.: +54 3492 440121, interno 133. Email: marcelo.signorini@gmail.com

Manuscrito recibido el 3 de septiembre de 2009 y aceptado para su publicación el 18 de marzo de 2010.

when the treatment was conducted in May and June. Romang, Saladero Cabal and Vera were the locations with significant reductions in the counts of *Nosema* sp. spores. The treatment may not be effective in itself but as a result of the renewal of honeybees. To improve treatment effectiveness and to reduce the impact of the disease, would be advisable to know the variation of spores count throughout the year, with the aim to determine the critical dates of treatment. It is considered necessary to conduct additional surveys to analice the impact of external factos to the treatment. It is an observational study, so there shoud be conducted an experimental study to evaluate the fumagillin efectiveness in the Nosemosis treatment, measuring both, the spores count and prevalence of infected bees.

Key words: Nosemosis, fumagillin, honey bee, apiarie.

INTRODUCCIÓN

La Nosemosis es una enfermedad de las abejas (*Apis mellifera* L.) causada por *Nosema apis* y *Nosema ceranae*. Es una parasitosis de distribución mundial que causa desórdenes digestivos, mortandad de abejas (Hassanein, 1953; Rinderer & Sylvester, 1978; Malone *et al.*, 1995), disminución de la producción de miel y de los productos que dependen de la polinización de las abejas (Anderson & Giacón, 1992; Fries *et al.*, 1984; Goodwin *et al.*, 1990; Wilde & Bratkowski, 1995).

La infección ocurre en las células epiteliales del ventrículo de abejas adultas luego de que los esporos son ingeridos durante la alimentación o la limpieza de panales contaminados (Bailey, 1981; Webster, 1993). Millones de nuevos esporos pueden ser hallados dentro del tracto digestivo de la abeja afectada pocas semanas después de la infección (Bailey & Ball, 1991) y los esporos excretados con las heces se convierten en nuevas fuentes de infección en las colmenas. La infección por *Nosema* sp. tiene distribución mundial y causa desórdenes digestivos, aumento en la mortandad de abejas (Hassanein, 1953; Rinderer & Sylvester, 1978; Malone *et al.*, 1995) y disminución de la producción de miel y de los productos que dependen de la polinización de las abejas

(Anderson & Giacón, 1992; Fries *et al.*, 1984; Goodwin *et al.*, 1990; Wilde & Bratkowski, 1995).

Para el tratamiento de *Nosema* sp. está recomendado el uso del antibiótico fumagilina, el cual interrumpe la replicación del ADN del parásito (Katznelson & Jamieson, 1952; Hartwig & Przelecka, 1971). En Canadá se probó que tratando en otoño con fumagilina fue efectiva en la reducción de la carga de *N. ceranae* en la siguiente primavera (Williams *et al.*, 2008).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia de la fumagilina aplicada en colmenas de apiarios comerciales ubicados en distintas zonas de la provincia de Santa Fe, sobre la reducción en el recuento de esporos de *Nosema* sp. y en las condiciones de las colmenas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Desde enero de 2007 y hasta setiembre de 2008 se realizaron muestreos mensuales en siete apiarios de la provincia de Santa Fe (Argentina), localizados en los distritos de Rafaela del Departamento Castellanos, Humboldt y Felicia del Departamento Las Colonias, Ceres del Departamento San Cristobal y Vera, Romang y Saladero Cabal

de los Departamentos Vera, San Javier y Garay, respectivamente. En cada muestreo se registraron las condiciones de la colmena teniendo en cuenta los siguientes parámetros: número de cuadros cubiertos con abejas, número de cuadros con cría, porcentaje de reservas de miel y porcentaje de reservas de polen y se tomaron muestras para el recuento de esporos de *Nosema* sp. En total se tomaron 2236 datos. Las colmenas participantes del ensayo (10 por cada apiario) fueron identificadas y seguidas durante los dos años del estudio.

Los cuadros con abejas se estimaron por observación directa, abriendo la colmena y contando la cantidad de cuadros cubiertos en ambas caras, al igual que los cuadros con cría.

Las reservas de miel y polen se estimaron por el método de los cuadrantes. Se colocó una lamina de plástico transparente dividida en 6 cuadrantes sobre cada uno de los cuadros con reservas y se observó el porcentaje de cuadro ocupado con polen o miel en ambas caras del panal.

Para obtener las abejas necesarias para el recuento de esporos de *Nosema* sp., se tapó la piquera de las colmenas y con una aspiradora de mano se recolectaron un mínimo de 60 abejas por colmena que fueron colocadas en frascos plásticos previamente rotulados que contenían 100 ml de agua destilada y 4ml de formol al 40%. Este método de muestreo es el más utilizado y puede detectar un 5% de las abejas enfermas con un 95% de confianza (Fries, 1988). El conteo de esporos se realizó con hemocitómetro bajo microscopio óptico a 40 X según lo descrito por Cantwell (1970) y adaptado por Del Hoyo (1997). Los resultados obtenidos se expresaron como el número promedio de esporos/abeja.

En el año 2007 los tratamientos para el control de *Nosema* sp. se realizaron utilizando las marcas comerciales de fumagilina aprobadas por el SENASA. Para ello, cada uno

de los apiarios se dividió en dos grupos de cinco colmenas cada uno, a uno de los grupos se le aplicó Nosemix® (Solemar S.A) y al otro Fugiprim® (Francisco José Tejerina), manteniendo identificadas las colonias y el tratamiento. No se dejó ninguna colmena como control sin tratamiento dado que los apiarios eran comerciales y no experimentales. Durante el año 2008 solamente se empleó el producto Fugiprim® aplicado a las mismas colmenas que durante el año anterior.

Nosemix® se suministró según marbete diluyendo 1 gramo del producto en medio litro de jarabe de azúcar de caña al 66% de concentración repitiendo la aplicación tres veces en cada colmena cada siete días. Fugiprim® se suministró según marbete diluyendo 1.66 gr del producto en $\frac{3}{4}$ litros de jarabe de azúcar de caña al 66% de concentración repitiendo la aplicación tres veces en cada colmena cada siete días. Para la administración dentro de la colmena se utilizaron alimentadores de cuadro, de madera y con una capacidad de dos litros ubicados en uno de los costados del nido de cría para permitir el fácil acceso de las abejas a la solución. En el año 2008 se trabajó solamente con Fugiprim® y se lo aplicó siguiendo las instrucciones del marbete.

De los apiarios muestreados se seleccionaron aquellos donde se realizó tratamiento contra *Nosema* sp. para evaluar si hubo diferencia entre los recuentos de esporos antes y post tratamiento. Así se conformó una nueva base de datos con 201 registros completos con la cual se trabajó. La misma cuenta con el recuento de esporos anterior al tratamiento y posterior al mismo, los logaritmos de los mismos (con la finalidad de reducir la variabilidad en los datos), la fecha del tratamiento, el distrito donde se encuentra el apiario, el tratamiento empleado, la diferencia entre el recuento post y pre-tratamiento, el porcentaje de reducción de esporos y la

categoría de la diferencia en los recuentos. Una aplicación se consideró como efectiva cuando se registró una disminución del 20 % en los recuentos de esporos de *Nosema* sp. post tratamiento.

Utilizando el programa estadístico Infostat (Universidad Nacional de Córdoba) se evaluó la efectividad del tratamiento contra *Nosema* sp. per se y en función de la marca utilizada, del distrito donde se ubicaba el apiario, el año y el mes del año. Inicialmente se realizó la distribución de frecuencias de las diferencias entre los recuentos pre y post tratamiento en los dos años de estudio. Luego, para analizar si el tratamiento fue efectivo, se empleó el Test T-Student, el cual fue también utilizado para evaluar la eficacia del tratamiento por año y por marca del producto. Para determinar si hubo influencia del mes del año o del distrito se utilizó ANOVA.

El presente estudio tiene las siguientes limitaciones desde el punto de vista estadístico:

* El número de tratamientos realizados es muy dispar entre los distintos meses del año, lo que reduce la eficiencia del análisis estadístico.

* Para el año 2008 sólo se cuenta con datos de tratamientos realizados durante el período marzo - mayo.

RESULTADOS

ANÁLISIS GENERAL

Analizando los tratamientos realizados durante los dos años bajo estudio, la diferencia promedio entre los recuentos de esporos de *Nosema* sp. pre y post-tratamiento fue de -551.247 con una desviación estándar de 2.339.163 y una mediana de -60.000 (sesgo = -1,369).

La distribución de frecuencias de las diferencias en los recuentos de *Nosema* sp. pre

y post-tratamiento muestra una acumulación de los datos alrededor del cero, lo que indicaría falta de efectividad en el tratamiento (Fig. 1). No obstante, se puede observar un sesgo de la distribución hacia el lado de los valores negativos, lo que se comprueba analizando los parámetros de posición de la distribución, ya que la media presenta un valor muy inferior a la mediana. Esto último indicaría que la mayor parte de los tratamientos resultaron efectivos, aunque una proporción importante de los mismos no logra el efecto terapéutico deseado (el 32,8% de los tratamientos no logra reducir los niveles de esporos).

La eficacia de los tratamientos fue diferente según el año en el cual fueron aplicados, puesto que en el 2007 el 39,6% de los tratamientos fueron inefectivos, mientras que en el 2008 la ineficacia de los tratamientos se redujo al 24,4% de las colmenas tratadas. Lo anterior se comprueba al comparar por años la efectividad de los tratamientos, ya que en el año 2007 de 111 tratamientos realizados, 43 no lograron reducir en al menos un 20% la carga inicial de *Nosema* sp., mientras que en el 2008 esa proporción se redujo a sólo 13 de 89 tratamientos ($p < 0,001$) (Cuadro 1). De esta forma resultó que en el año 2008 los tratamientos contra *Nosema* sp. fueron 3,69 (IC95% 1,83-7,45) veces más efectivos que los realizados durante el año 2007.

ANÁLISIS POR AÑO

Considerando los resultados para los dos años bajo estudio, la reducción en los recuentos de esporos de *Nosema* sp. debidos al tratamiento con fumagilina fue estadísticamente significativa ($p < 0,001$). Analizando el comportamiento de cada uno de los años estudiados, solamente durante el año 2008 se observaron reducciones significativas en el recuento de esporos ($p < 0,001$) (Cuadro 2).

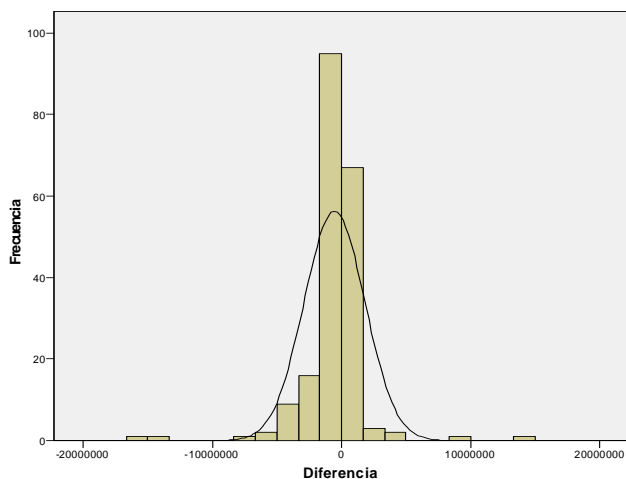


Fig. 1: Distribución de frecuencias de las diferencias entre los recuentos de esporos de *Nosema sp.* post y pre-tratamiento con fumagilina.

Cuadro 1: Efectividad del tratamiento con fumagilina según el año de tratamiento

Año	Número de colmenas con reducción de al menos el 20% de los esporos de <i>Nosema sp.</i> luego del tratamiento con fumagilina		Total
	No fue efectivo	Fue efectivo	
2007	43	68	111
2008	13	76	89
Total	56	144	200

Cuadro 2: Diferencia entre los recuentos de esporos de *Nosema sp.* post y pre-tratamiento con fumagilina según el año de aplicación.

AÑO	PROMEDIO DE REDUCCIÓN	SIGNIFICANCIA (p<)
2007-2008	-556.172	0,001
2007	-274.458,5	0,309
2008	-903.618,5	0,001

ANÁLISIS SEGÚN MARCA DE PRODUCTO EMPLEADA

Utilizando T-Student para una sola muestra evaluamos la efectividad del tratamiento según la marca de producto utilizada. En este caso tanto cuando se utilizó Nosemix® como Fugiprim®, el tratamiento no fue efectivo. Cabe aclarar que en el año 2008 (año en el cual se observó la mayor efectividad) solamente se utilizó la marca Fugiprim (Cuadro 3).

ANÁLISIS SEGÚN EL MES DE TRATAMIENTO

Julio fue el mes que mayor eficacia presentó en el tratamiento de la enfermedad ($p < 0,05$). El mes de mayo fue el siguiente en orden de eficacia, diferenciándose signifi-

cativamente ($p < 0,05$) de junio y abril, pero siendo estadísticamente no significativa la diferencia con agosto y marzo.

Profundizando el análisis para cada uno de los meses en los cuales se realizó el tratamiento con fumagilina, se observó que solamente en los meses de mayo y julio hubo una reducción significativa en el recuento de esporos de *Nosema sp.* (Cuadro 4).

ANÁLISIS SEGÚN EL DISTRITO

En las colmenas monitoreadas en los distritos de Romang y Saladero Cabal el tratamiento fue más efectivo que en el resto de los distritos, siendo Ceres el que presentó la menor efectividad ($p < 0,001$). Cabe aclarar que esta última localidad no realizó tratamientos durante el año 2008.

Cuadro 3: Diferencia entre los recuentos de esporos de *Nosema sp.* post y pre-tratamiento con fumagilina según el producto comercial de fumagilina utilizada.

MARCA	PROMEDIO DE REDUCCIÓN	SIGNIFICANCIA (p<)
Nosemix®	-470.367,9	0,392
Fugiprim®	-95.437,9	0,476

Cuadro 4: Diferencia entre los recuentos de esporos de *Nosema sp.* post y pre-tratamiento con fumagilina según el mes de aplicación.

MES	PROMEDIO DE REDUCCIÓN	SIGNIFICANCIA	N
Julio	-5.482.111	0,025	9
Mayo	-1.270.010	< 0,001	64
Agosto	-55.457,62	0,351	26
Marzo	-33.133,33	0,492	15
Abril	127.203,29	0,232	41
Junio	421.636,34	0,299	44

Analizando la efectividad en cada distrito de forma individual, se corroboró que en Romang y Saladero Cabal los tratamientos fueron efectivos, sumándose a esta condición el distrito de Vera. En el resto de las localidades el tratamiento no resultó efectivo (Cuadro 5).

EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LAS COLMENAS

Se analizaron paralelamente la evolución de los cuadros con abejas y cuadros con cría previo al tratamiento y con posterioridad al mismo. Se observó que los cuadros con abejas se redujeron luego de aplicado el tratamiento ($p < 0,001$). Por otra parte, los cuadros con cría no sufrieron modificaciones estadísticamente significativas luego del tratamiento ($p = 0,994$) (Cuadro 6).

Cuando los tratamientos generaron reducciones de al menos un 20% en la carga

inicial de esporos, se observó una reducción en los cuadros con abejas ($p < 0,001$), lo que estaría indicando que el tratamiento no es efectivo per se sino como consecuencia de la renovación de abejas (desabejado) (Cuadro 7). Ante la pérdida de ejemplares se produce un desbalance en la cantidad de cuadros de cría y cuadros con abejas debido a la necesidad de reponer las abejas que se están muriendo, por lo que la colonia mantiene o aumenta los cuadros con cría, hecho que si bien se observa en este ensayo, el mismo no es estadísticamente significativo ($p < 0,217$), mientras se reducen los cuadros cubiertos con abejas.

Una de las posibles razones de la reducción de cuadros con abejas a pesar de realizarse el tratamiento, es que el mismo se aplica tardíamente y con una carga de esporos elevada. La distribución de esporos antes del tratamiento fue, en promedio, de

Cuadro 5: Diferencia entre los recuentos de esporos de Nosema sp. post y pre-tratamiento con fumagilina según el distrito donde se encontraban las colmenas tratadas.

DISTRITO	PROMEDIO DE REDUCCIÓN	SIGNIFICANCIA (p =)
Romang	-1.961.828	0,033
Saladero Cabal	-1.549.696	0,002
Vera	-320.573	0,016

Cuadro 6: Evolución de los cuadros con abejas y cuadros con cría pre y post-tratamiento con fumagilina (n=199).

Parámetro de la colmena	Media	D.S.
Cuadros con abejas pre-tratamiento	6,10	2,028
Cuadros con abejas post-tratamiento	5,24	2,585
Cuadros con cría pre-tratamiento	1,21	1,871
Cuadros con cría post-tratamiento	1,21	1,392

Cuadro 7: Evolución de los cuadros con abejas y cuadros con cría pre y post-tratamiento con fumagilina en colmenas donde el tratamiento fue efectivo (n=117)

Parámetro de la colmena	Media	D.S.
Cuadros con abejas pre-tratamiento	6.19	2.033
Cuadros con abejas post-tratamiento	5.21	2.451
Cuadros con cría pre-tratamiento	.96	.931
Cuadros con cría post-tratamiento	1.10	1.238

1.664.139,5 y el 63,2% de las colmenas tenían recuentos mayores a las 350.000 esporos/mL. Adicionalmente, el 79,5% de los tratamientos se realizaron recién a partir del mes de mayo, lo que indicaría que los mismos se aplicaron tardíamente con cargas de *Nosema* sp. muy elevadas, por lo que la efectividad del tratamiento fue menor.

DISCUSIÓN

Durante el año 2007 los tratamientos se llevaron a cabo tomando como criterio el recuento de esporos, realizándose el tratamiento cuando el mismo superaba los 500.000 esporos/mL. En cambio, durante el 2008 se cambió la estrategia y los tratamientos se realizaron en el otoño independientemente del recuento de esporos, con la intención de reducir la carga microbiana antes del ingreso al invierno, época en la cual, con las abejas encerradas aumenta la diseminación de la enfermedad en la colmena llegando ésta a fines del invierno o principios de la primavera con niveles más altos de infección (Bruno, 2003). A pesar de lo anterior, muchos apiarios mostraron recuentos de esporos similares o superiores a los existentes previo a ser tratados, lo cual puede ha-

berse debido a la aplicación tardía del tratamiento con una carga de esporos elevada. Con base en lo anterior, sería recomendable conocer la evolución de las cargas de esporos durante el año para determinar las fechas críticas para realizar un monitoreo y decidir la aplicación del tratamiento.

Las reducciones en los recuentos de esporos de *Nosema* sp. se pueden deber a dos causas: a) efectividad del tratamiento o b) nacimiento de abejas jóvenes no infectadas como reposición de las muertas debido a la enfermedad. La eficacia del tratamiento debe analizarse conjuntamente con la evolución de la colmena y la evolución de la enfermedad. En virtud de que se observó una disminución en los cuadros con abejas posterior al tratamiento, resulta necesario analizar en los casos donde el tratamiento fue considerado como efectivo, las razones de dicha disminución. En el 53,8% de las colmenas donde el tratamiento había sido efectivo se observó una disminución en el número de cuadros con abejas, lo cual estaría reflejando que la reducción en los recuentos de esporos pudieron deberse a la mortalidad de abejas adultas, a la aparición de abejas jóvenes no infectadas y no como consecuencia del tratamiento. Para poder confirmar esta suposición, se deberían realizar tanto recuentos de esporos como de-

terminaciones de la prevalencia de abejas infectadas.

En cuanto a las diferencias entre distritos, fue posible dividir a los mismos en dos zonas: norte, que comprende Vera, Saladero Cabal y Romang y centro, que comprende Rafaela, Ceres, Humboldt y Felicia. Estas zonas se comportan de manera diferente en la respuesta al tratamiento con fumagilina. En el norte resultó efectivo, mientras que en la zona centro no logró generar reducciones en los recuentos. Esto se debe probablemente a que en el norte la entrada de polen se extiende por más tiempo, lo mismo ocurre con la producción de miel por lo cual el tratamiento se atrasa y es aplicado en un pico más alto de la enfermedad, logrando reducciones mayores en los recuentos que los efectuados en la zona centro de la provincia.

Otro factor que afecta la eficacia de los tratamientos es el estado nutricional de las abejas. Las abejas infectadas con *Nosema* sp. sufren un estrés energético que se manifiesta con un aumento del apetito, lo que las lleva a tratar de conseguir mayor cantidad de alimento. Si esto último no es posible por escasez en el medio, la abeja muere (la supervivencia de las abejas depende significativamente de la cantidad de alimento consumida) (Mayack *et al.*, 2009). Dadas las condiciones ambientales presentes en la zona norte, es posible inferir un mejor estado nutricional de las abejas y que éste mejore la eficacia del tratamiento.

CONCLUSIONES

La efectividad del tratamiento con fumagilina para reducir los recuentos de esporos de *Nosema* sp. es variable según el apiario, su ubicación, el año y el mes del año en que fue aplicado. La efectividad de la fumagilina fue superior durante el año 2008

en comparación con el año previo. La efectividad de la fumagilina solo pudo comprobarse cuando el tratamiento fue realizado en los meses de mayo y junio. Romang, Saladero Cabal y Vera fueron los distritos en los cuales se comprobaron reducciones significativas en los recuentos de esporos de *Nosema* sp. En los tratamientos donde se comprobó una reducción en la carga de esporos se observó un descenso de los cuadros con abejas, indicando que el tratamiento pudiera no ser efectivo *per se* sino como consecuencia de la renovación de abejas. Para poder emitir una recomendación sobre el momento apropiado para realizar los tratamientos de manera tal que la enfermedad no afecte el desempeño de la colmena, se requeriría analizar la curva anual de recuentos de esporos en cada zona de la provincia de Santa Fe y establecer un umbral de carga para iniciar los tratamientos. Se requieren estudios adicionales para analizar el impacto de factores externos al tratamiento (nutrición, manejo, especie y cepa de *Nosema* sp., etc.) que influyen en la efectividad del mismo. El presente estudio es de naturaleza observacional, por lo que debería realizarse un ensayo controlado para evaluar la efectividad de la fumagilina en el tratamiento de la Nosemosis midiendo no sólo el recuento de esporos sino también la prevalencia de abejas infectadas.

BIBLIOGRAFÍA

- BRUNO, S. B.** 2003. Enfermedades de la etapa adulta en Enfermedades de las abejas- Nociones prácticas. Editorial Ciencia y Abejas, Págs 43-51. ISBN: 987- 20777- 0- 3 .
- CANTWELL, G. E.** 1970. Standard methods for counting nosema spores. American Bee Journal, 110 (6), 222-223.

- CHEN, Y.; EVANS, J. D.; SMITH, I. B. & PETTISM, J. S.** 2008. Nosema ceranae is a long-present and wide-spread microsporidian infection of the European honey bee (*Apis mellifera*) in the United States. *Journal of Invertebrate Pathology*, 97:186-188
- HIGES, M.; GARCÍA-PALENCIA, P.; MATÍN-HERNÁNDEZ, R. & MEANA, A.** 2007. Experimental infection of *Apis mellifera* honeybees with *Nosema ceranae* (Microsporidia) *Journal of Invertebrate Pathology*, 94:211-217
- KATZNELSON, H. & JAMIESON, C. A.** 1952. Control of *Nosema* Disease of Honeybees with Fumagillin. *Science, New Series*, 115:70-71.
- MAYACK, C. & NAUG, D.** 2009. Energetic stress in the honeybee *Apis mellifera* from *Nosema ceranae* infection. *Journal of Invertebrate Pathology*, 100:185-188.
- WILLIAMS, G. R.; SAMPSON, M. A.; SHUTLER, D. & ROGERS, R. E. L.** 2008. Does fumagillin control the recently detected invasive parasite *Nosema ceranae* in western honey bees (*Apis mellifera*)? *Journal of Invertebrate Pathology*, 99:342-344