

870106

12
2ej

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE BIOLOGIA



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA INCIDENCIA DE NOSEMIASIS EN APIARIOS DEL SUR DE SINALOA

TESIS PROFESIONAL
 QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
 P R E S E N T A :
Jorge Humberto Parra

Alarcón

GUADALAJARA, JAL.

1988



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

ABSTRACT

CAPITULO I	INTRODUCCION	PÁG 1
CAPITULO II	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
CAPITULO III	MATERIALES Y METODOS	13
CAPITULO IV	RESULTADOS	18
CAPITULO V	DISCUSION	25
CAPITULO VI	CONCLUSIONES	28
CAPITULO VII	RESUMEN	29
CAPITULO VIII	CITAS BIBLIOGRAFICAS	30

ABSTRACT

This research consists of a study of one-celled parasite Nosema apis Zander (Microsporidia: Nosematidae) and his effect upon the honey bee (Apis Mellifica L.) in apiaries located in southern Sinaloa, Mexico.

The apiaries were selected according to the recommendation of regional specialists. The research commenced June 26, 1985 and ended November 4 of the same year.

The samples were taken randomly, three bees from each beehive, each sample consisting of 25 bees. In all, 56 apiaries were sampled.

The bees were then examined in a laboratory. A spore count was taken to determine the intensity of the infection based on the number of spores present on each bee.

Of the 2,051 beehives which were sampled, the spore Nosema apis Zander was detected in 33 apiaries (58.92 %).

All totaled 23 apiaries were free of infection , 17 had a trace of infection, 15 had a light infection, and only one apiarie presented a regular infection. This statistical study revealed a significant difference in the spore counts corresponding to the apiaries in the four local regions which were studied.

CAPITULO I

INTRODUCCION

La Apicultura, industria agrícola de gran importancia, representa para nuestro país una fuente de riqueza incalculable por los buenos rendimientos que se pueden obtener de su explotación de una manera racional y metódica.

La Apicultura en México fue practicada por los primeros pobladores -- de las regiones tropicales; se crió y explotó a las abejas sin aguijón (Meliponas y Trigonas). Posteriormente, los Mayas en la península de Yucatán, desarrollaron intensamente la meliponicultura y a la llegada de los conquistadores españoles existían gran cantidad de colmenares muy bien cuidados, algunos con más de 400 colonias. El censo de 1970 señaló un inventario de -- 1'049,919 colmenas, cifra que se ha incrementado notablemente, además se han transformado muchas de las colmenas rústicas en técnicas. Actualmente México cuenta aproximadamente con dos millones de colmenas de abejas, las cuales -- son técnicas (1'500,000) y rústicas (500,000) (XXVIII Congreso Internacional de Apicultura, 1981).

La producción anual de miel de abeja es de unos sesenta millones de -- Kilogramos. Se estima que México produce un 7% del total de la producción -- mundial de miel de abeja, esta cifra convierte a México en el cuarto país -- productor de miel (U.S.D.A., 1980). Nuestro país se ha mantenido como el -- primer exportador de miel y productos apícolas del continente americano. México exporta alrededor del 80% de su producción anual de miel de abeja, esto representa 45'800,000 Kilogramos de miel que se venden a países como Alemania Occidental, E.E.U.U., Japón y otros países de Europa (U.S.D.A., 1980).

Se estima que actualmente existen 42,000 apicultores en el territorio mexicano, en su mayoría campesinos que practican la Apicultura como actividad complementaria para mejorar sus ingresos. También operan algunas grandes empresas apícolas y productores de miel en mediana escala. Cabe mencionar -- que probablemente los agricultores se benefician aún más que los mismos apicultores, ya que la polinización que realizan las abejas en los cultivos, aumenta considerablemente la producción agrícola (U.S.D.A., 1980; XXVIII Congreso Internacional de Apicultura, 1981).

Entre las principales limitantes de la producción de miel, las enfermedades de las abejas son de los principales problemas que en forma general afronta la Apicultura en el país. En México y Centroamérica el apicultor debe preocuparse básicamente por siete de ellas que causan muchos daños económicos año tras año, estas enfermedades en orden de importancia son: loque americana, nosemiiasis, la acariosis, loque europea, cría de -- cal, cría ensacada y parálisis.

La nosemiiasis es una parasitosis intestinal causada por el protozoario microsporídeo Nosema apis Zander. Este parásito tiene una forma de resistencia que consiste en una espora. La nosemiiasis se ha encontrado en todos los países donde se practica la Apicultura, y los daños ocasionados por esta enfermedad son causa de pérdidas económicas debido a que deprimen la producción de miel, reduce la actividad polinizadora de las abejas y aumenta los costos de la producción por concepto de medicamentos y tiempo empleado en el tratamiento de las colonias, así como el reemplazo de equipo y abejas.

El objetivo del presente trabajo fué: determinar la incidencia de nosemiiasis en apiarios localizados en cuatro municipios del sur de Sinaloa y determinar si existe diferencia significativa de dicha incidencia entre los cuatro municipios.

REVISION BIBLIOGRAFICADESCRIPCION DE LA NOSEMIASIS

La nosemiasis es una enfermedad que se presenta estrictamente en las abejas adultas y es causada por la forma esporular del protozoario Nosema apis Zander, el cual invade las células epiteliales en el intestino de las abejas obreras, reinas y zánganos (Lehnert, 1977b).

Cantwell y Shimanuki (1969) explican que esta enfermedad reduce la vida en las abejas, reduce la producción de la cría y decremента la producción de miel. Las abejas infectadas sólo viven la mitad en comparación a las no infectadas (Bailey, 1981).

La nosemiasis se encuentra mundialmente distribuida (Bailey, 1963). Furgala y Mussen (1978) estimaron que en los Estados Unidos de Norteamérica (U.S.A.) las pérdidas ocasionadas por la nosemiasis son iguales o exceden las pérdidas causadas por las demás enfermedades combinadas de las abejas. La enfermedad de las abejas adultas, que provoca los mayores daños en todos los lugares de clima frío, es la nosemiasis (Kostecki, 1976). La infección también se manifiesta en los trópicos, particularmente en aquellos donde los períodos de lluvias son continuos (Ordetx y Espina, 1966).

La nosemiasis se transmite cuando condiciones climáticas como lluvias nevadas, vientos, etc. imposibilitan a las abejas a salir de la colmena por lapsos prolongados de tiempo; si alguna de las abejas está enferma, contaminará con esporas de su excremento los panales del nido de la cría. Al momento en que la reina use celdillas para poner los huevecillos, las abejas jóvenes limpian las celdillas y de este modo adquieren la enfermedad (Steche - 1976; Lehnert y Shimanuki, 1979).

Según Cornejo y Rossi (1975) las abejas enfermas consumen una gran cantidad de miel debido a que las células del epitelio del intestino son dañadas gravemente por el parásito y la abeja busca la manera de acelerar el proceso de reconstrucción del mismo. El parásito se desarrolla exclusivamente en estas células (Liu, 1984).

La nosemiasis causa daños en las glándulas hipofaríngeas de las abejas (Wang, 1969); además, es una tendencia que agrava la disenteria (Bailey, 1981) y parálisis parcial (Muresan et al, 1975).

Lehnert (1977a) observó que la enfermedad en el campo muchas veces no es posible detectarla debido a que las abejas infectadas por Nosema apis Z. no presentan signos distintivos de la nosemiasis. Las abejas que resultan muertas por la nosemiasis no presentan un cuadro preciso de la enfermedad en comparación a las abejas que se encuentran libres del parásito (Fries, Ekbohm y Villumstad, 1984).

La nosemiasis se diagnostica por medio de un examen microscópico que consiste en un conteo de esporas de Nosema apis Zander. Este examen es usado normalmente para determinar la incidencia y el nivel de parasitismo, además como una medida de la respuesta de la abeja a la infección (Rinderer y Elliot, 1977).

ASPECTOS BIOLÓGICOS DE NOSEMA APIS ZANDER

La especie Nosema apis (Microsporidia: Nosematidae) fue mencionada por primera vez por Zander en 1909 (Jacobs, 1976). Este parásito se caracteriza por la formación de esporas que representan estadios de resistencia (Bailey, 1963; Vivier, 1975).

Shimanuki y Cantwell (1978) explican que las esporas de Nosema apis Zander son cuerpos ovalados de aproximadamente 4-6 micras de largo por 2-4 micras de ancho (Figura I); en su interior presentan un filamento llamado filamento polar, el cual se encuentra enrollado dentro de la espora (Morgenthaler, 1922); la espora presenta dos núcleos (Bailey, 1963).

Shabanov (1976) observó en el microscopio electrónico que la capa de la espora de Nosema apis Zander, está compuesta por cuatro envolturas. La envoltura más externa es opaca desde el punto de vista electrónico ópti-

co, con pliegues y aspecto rugoso. En las esporas maduras es más compacta y lisa, mientras que en las esporas jóvenes es considerablemente más gruesa. Las siguientes envolturas tienen una estructura fina y casi de igual espesor en todas las esporas.

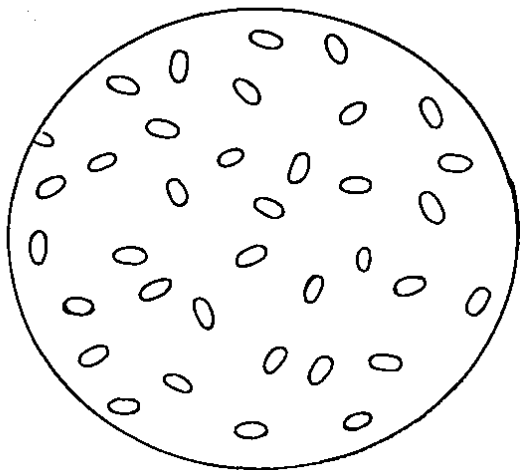


Figura I.- Esporas de Nosema apis Zander vistas en el microscopio a 400 diámetros de aumento.

Acerca de la viabilidad de la espora, Cornejo y Rossi (1975) encontraron que el parásito llega a resistir tres meses en la miel y 50 días en el suelo. La destrucción de la espora se logra en el agua a temperaturas de 65 °C durante un minuto. Revell (1960) observó que las esporas de Nosema apis Zander retienen su poder de infección por lo menos siete años cuando son refrigeradas a 4 °C, aunque algunas esporas se vuelven pequeñas y otras se atrofian después de cinco años.

Moffett y Wilson (1971) lograron congelar esporas durante un período de dos años a -23 °C y después alimentando abejas con las mismas esporas, al cabo de un tiempo lograron detectar una fuerte infección. Según Burnside y Revell (1948) la temperatura óptima para el desarrollo de Nosema apis Zander es de 31 °C; se logran infecciones artificiales con otras temperaturas, aún de 14 y 37 °C, pero el grado de infección se reduce considerablemente a medida que la temperatura se aparta de la óptima.

El ciclo de vida de Nosema apis Zander se realiza cuando la abeja ingiere las esporas, ya sea en el alimento contaminado o cuando se dedica a limpiar los panales del nido de la cría y se encuentra con heces portadoras de Nosema apis Zander (Bailey, 1976).

Al pasar al intestino, el parásito infecta las células epiteliales logrando germinar y desarrollarse en un planócito móvil, éstos se multiplican y destruyen gran cantidad de células epiteliales. Los parásitos se desarrollan exclusivamente dentro de las células epiteliales y pasan a través de etapas adicionales de desarrollo, denominadas merontes, para luego ser esporoblastos, esporas jóvenes y finalmente esporas maduras las cuales pasan al recto, siendo descargadas con las deyecciones de la abeja para venir a constituir una nueva fuente de diseminación de la enfermedad (Cornejo y Rossi 1975, Hoot 1976, Liu 1984).

Muresan et al (1975) explica que la infección se desarrolla prime -

ramente en la parte anterior del intestino de la abeja y después se difunden gradualmente a la parte posterior del mismo (Figura 2).

Shabanov (1976) explica que las células epiteliales están llenas generalmente de varios estados de desarrollo del parásito. La multiplicación vegetativa de Nosema apis Zander no es sincrona y por lo tanto en la misma célula se pueden encontrar varios estadios de desarrollo del parásito.

Fantham y Porter (1912) (Citado por Jacobs, 1976), describieron detalladamente el ciclo evolutivo de Nosema apis Zander y al respecto Jacobs (1976) opina que no siempre se emplean las mismas palabras para los mismos estadios y la terminología empleada por algunos investigadores no es uniforme.

El efecto más serio de Nosema apis Zander sobre la abeja, es la reducción de la longevidad (Furgala y Boch, 1970; Rinderer y Sylvester, 1978). Jerebkin (1976) explica que las abejas enfermas de nosemiasis se reconocen primero por los trastornos de los procesos digestivos, debido a que los fermentos de las glándulas hipofaríngeas que intervienen en la formación se reduce considerablemente en las abejas enfermas.

Al destruirse gran cantidad de células epiteliales disminuye la digestión de las proteínas y del polen. En las abejas enfermas de nosemiasis se encuentra gran cantidad de polen sin digerir, este factor es inequívoco de la presencia de la enfermedad (Cornejo y Rossi, 1975).

Observaciones en laboratorio mostraron que abejas infectadas con esporas consumen 22% menos oxígeno que abejas sanas (Moffett y Lawson, 1975). En fuertes infecciones intestinales todas las células epiteliales exhiben una lisis muy marcada (Liu, 1984). La cantidad de grasas en el cuerpo de las abejas enfermas es menor que en las sanas (Jdanov, 1960).

Moeller realizó investigaciones a nivel de ovarios de reinas enfermas por Nosema apis Zander, llegando a demostrar que los ovarios de estas abejas entraban en un proceso degenerativo que disminuía la ovoposición hasta alcanzar la esterilidad. Ello, como consecuencia de la degeneración de los tejidos adyacentes de los ovarios (Cornejo y Rossi, 1975).

Acerca de la presencia y niveles de infección de nosemiasis, Mussen,

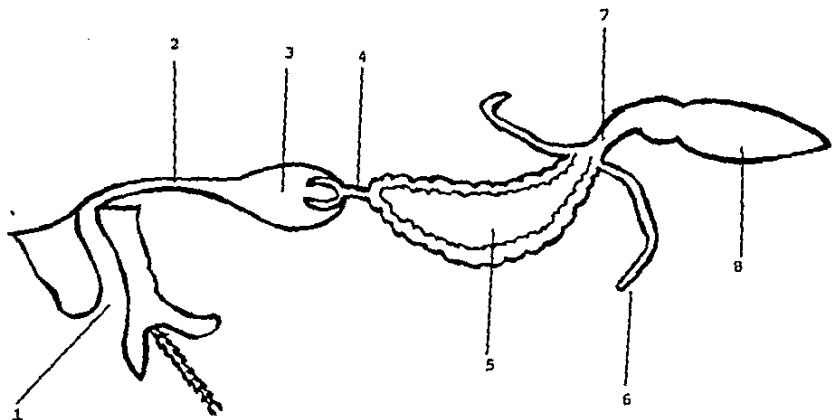


Figura 2.- Vista lateral del aparato digestivo de la abeja. 1. boca; 2. esófago; 3. buche de la miel; 4. proventrículo; 5. túbulo de Malpighi; 6. tubo de Malpighi; 7. intestino; 8. recto.

Furgala y Hyser (1975) en un estudio realizado en 33 estados de Norteamérica (U.S.A.), encontraron niveles detectables de la enfermedad en un 66.5 % de los 376 apiarios muestreados. Todos los estados participantes presentaron la infección con un promedio de 2.53 millones de esporas por abeja.

Poroutka y Vesely (1976) afirman que la nosemiasis es la enfermedad económicamente más grave y difundida en Checoslovaquia, como en todo Europa Central.

Furgala y Hyser (1969) encontraron en Minnesota, U.S.A. que los niveles de infección fueron altos comparados con los de otros años. Esporas de Nosema apis Zander estuvieron presentes en el 86.7 % de los apiarios muestreados, el 26.8 % presentó conteos esporulares de 10 millones o más, y el 7.6% de los apiarios mostró 20 millones o más de esporas por abeja. Los niveles de infección de un apiario a otro varían en gran medida, aunque se observó que en apiarios de un mismo apicultor los niveles de nosemiasis son parecidos entre sí.

Lotmar (1941) contó 44 millones de esporas en el intestino de una sola abeja.

La nosemiasis ha sido reportada en Japón, Australia, Italia e Inglaterra, así como también en países de Africa, Asia y América del Sur (Bailey, 1963).

En la lucha contra esta enfermedad, Cantwell y Shimanuki (1971), proponen el uso de temperaturas elevadas para descontaminar el equipo apícola, esto como una medida para reducir la nosemiasis. A una temperatura de 120 °F (49 °C) durante 24 horas se logra inactivar la espora.

White (1919) observó la destrucción de esporas de Nosema apis Zander con tratamientos de agua a 59 °C durante 10 minutos. El inconveniente de este procedimiento usado en los bastidores, es que a más de 52 °C la cera de abeja se derrite (Cantwell y Shimanuki, 1971).

El ácido acético glacial ha resultado efectivo en la desinfección del material, los vapores de este ácido actúan sobre Nosema apis Zander e incluso en algunas plagas de las abejas (Cornejo y Rossi, 1975).

El tratamiento de la enfermedad a base de productos químicos parece ser la opción más adecuada en la lucha contra la nosemiasis. Se han probado más drogas contra Nosema apis Zander que contra cualquier otro parásito de la abeja (Bailey, 1975).

Entre algunos productos químicos que han probado tener cierta eficiencia - contra el parásito, están el Enteroseptol (5-cloro-7-iodo-8-hidroxiquinolina), el Nosemack y el Humatín, pero los experimentos e investigaciones al respecto han demostrado que la fumagilina (biciclooxilamonium), una sal soluble con poder antibiótico, ataca a Nosema apis Zander en su fase - de multiplicación activa en el intestino de la abeja (Furgala y Boch, 1970; Sugden y Furgala, 1979).

Según Furgala y Sugden (1985), la fumagilina tiene una actividad residual, ya que permite que cuando se alimenta a las abejas con jarabe azucarado (el cual es almacenado por la abeja en el panal) viene a constituir el factor más importante para combatir y prevenir la enfermedad. La - fumagilina ha estado comercialmente disponible como Fumidil-B desde 1954. La fumagilina es efectiva para el control de la nosemiasis en las abejas, el uso de Fumidil-B en el tratamiento contra la infección permite registrar un aumento en la producción de miel (Mussen, Furgala y Hyser, 1975; Lehnert y Shimanuki, 1979). Cantwell y Shimanuki (1970) opinan que la descontaminación de equipo por medio de calor y tratamiento a base de fumagilina, logra que los niveles de Nosema apis Zander pueden ser prácticamente reducidos a cero. Lehnert (1977b) observó que la fumagilina resultó efectiva en el tratamiento a reinas infectadas. Después de una semana de haber alimentado con jarabe conteniendo el antibiótico, ninguna espora de Nosema apis Zander fue detectada en las reinas.

Cantwell (1975) opina que la nosemiasis, como otras enfermedades de la abeja, pueden ser efectivamente controladas por descontaminación de equipo y/o tratamientos a base de productos químicos disponibles para el a picultor.

Teniendo en cuenta que Nosema apis Zander aparece corrientemente, los esfuerzos por establecer el diagnóstico deberían orientarse hacia el diag-

nóstico cuantitativo de la infección. Esto se puede hacer sin dificultades (Bailey, 1968) y ayuda a la localización de las infecciones graves e implícitamente a las condiciones asociadas que condujeron a su aparición. Es to conduciría a una mayor eficacia en el establecimiento y aplicación de - las medidas de erradicación de las enfermedades (Bailey, 1976).

DESCRIPCION DE LA ZONA

Según informes proporcionados por el personal de trabajo del Proyecto Presidio-Baluarto, Sín. de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, la zona sur del Estado de Sinaloa comprende los municipios de - Mazatlán, Concordia, Rosario y Escuinapa con una extensión de 8,949 Km².

Conforme a la clasificación de Thornthwaite, el clima es cálido con grado de humedad seco en el norte y noroeste y semiseco en el sureste. Según registro de las 6 estaciones climatológicas localizadas en la propia - área y sus alrededores, la temperatura media anual fluctúa entre 24.1 y - 26. 2 °C, con máximas absolutas que van desde 35 hasta 42 °C y mínimas que varían entre 1 y 7.5 °C. La máxima de las temperaturas medias mensuales -- tiene lugar en los meses de junio, julio y agosto y la mínima corresponde a enero y febrero. La máxima precipitación pluvial de la zona se presenta en los meses de julio, agosto y septiembre (Figura 2a). En la región no se presentan heladas, en tanto que el número de granizadas es insignificante, habiéndose registrado únicamente dos en un período de 18 años.

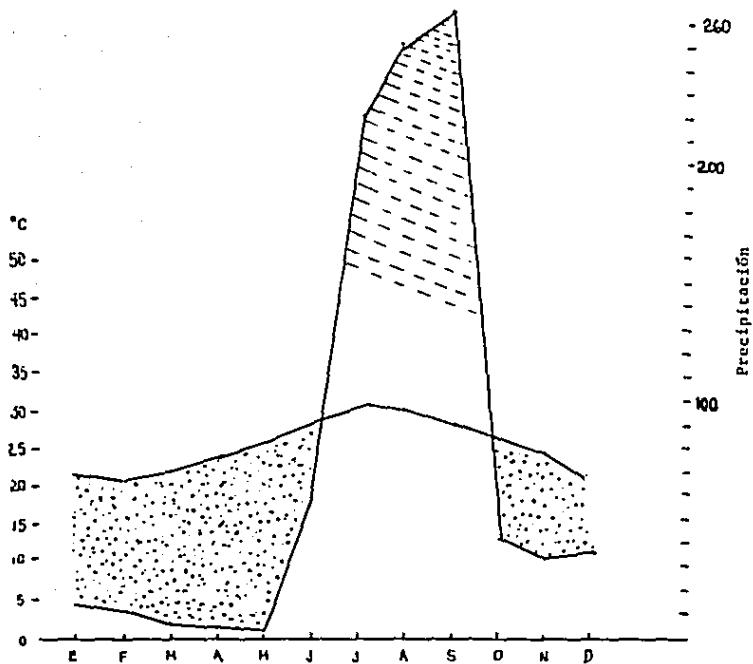


Figura 2a.- Diagrama ombrotérmico de la zona sur de Sinaloa.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODO

Este estudio se realizó seleccionando apiarios localizados en los municipios de Mazatlán, Concordia, Rosario y Escuinapa correspondientes a la zona sur en el Estado de Sinaloa (Figura 3). Por informes proporcionados por el personal de campo de la Dirección General de Sanidad Animal de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos se efectuaron los muestreos de los apiarios en la zona.

Se colectaron 3 abejas adultas de la piquera (entrada de la colmena) de cada colmena de los apiarios muestreados. Esto se realizó con la ayuda de pinzas de disección. Las abejas se conservaron en pequeños frascos de vidrio con tapas perforadas para permitir la respiración en los insectos

El diagnóstico de las muestras se realizó en el Laboratorio Regional de Diagnóstico de Patología Animal S.A.R.H. Mazatlán.

Para el diagnóstico de nosemiasis en las abejas, se siguió el método descrito por Cantwell (1970). Este método se presenta a continuación con algunas modificaciones.

Se tomas 25 abejas de una muestra y con una pinza de disección de punta delgada se toma a la abeja del tórax y con otra pinza se toma el extremo del abdomen y tirando hacia afuera se saca lentamente del aparato digestivo. En esta operación debe extraerse el aparato completo, es decir, el ventrículo, el intestino delgado, los túbulos de Malpighi y la ampolla rectal.

Es recomendable que cuando el procedimiento se realiza en abejas vivas, se sometan a refrigeración por un corto período antes de extraerles el aparato digestivo. De este modo se logra que la abeja sea dócil en el manejo y se evita que logre volar.

Previamente se prepara un mortero de vidrio con un mililitro de agua destilada por cada abeja de la muestra (25 mililitros en total). Se colocan los 25 intestinos en el mortero y se maceran bien hasta obtener un líquido homogéneo. El mortero debe lavarse perfectamente usando de preferencia agua destilada.

da en caso de que sea utilizado nuevamente.

Para realizar el conteo esporular se utiliza una cámara de Neubauer que deberá limpiarse, primeramente sumergiéndola en agua jabonosa, después se lava con agua corriente y se introduce en un recipiente que contenga alcohol etílico, al final se seca con papel absorbente o con una franela de fibra compacta.

Se toma la cámara de Neubauer y usando un agitador delgado de vidrio se deposita líquido de la suspensión bajo el cubreobjetos de la cámara. El agitador sirve para homogenizar la suspensión y al mismo tiempo para tomar una pequeña cantidad de ella.

Hay que tratar que se forme una película delgada entre el cubreobjetos y la cámara, a fin de que las esporas de Nosema apis Zander queden fijas y no tengan posibilidad de circular en el líquido. Este punto es muy importante pues de lo contrario las esporas se desplazarán de cuadro en cuadro y no se podrá realizar el conteo. Posteriormente se permite la sedimentación de las esporas durante tres minutos antes de iniciar el conteo.

El preparado de Neubauer se coloca en el campo del microscopio y se enfoca a 400 diámetros de aumento.

La cámara presenta una cuadrícula que está dividida en grupos de 16 cuadritos y cada uno enmarcado por líneas dobles. Se cuentan las esporas enmarcadas por líneas dobles, incluyendo las esporas que se encuentran en las líneas dobles del lado izquierdo y superiores de cada bloque. No deben contarse las que toquen las líneas dobles inferiores ni las del lado derecho del bloque. Se cuentan los 4 bloques de la esquina y el central (5 bloques en total) de la cámara de Neubauer (Figura 4).

Las esporas de Nosema apis Zander aparecen en su mayoría como cuerpos ovalados y refrigerantes con un protoplasma granular. Algunas esporas ra-

ras veces tienen forma de pera o limón.

En caso de que existan esporas en la preparación, se recomienda realizar no menos de tres recuentos para sacar el promedio de ellos, disminuyendo el error.

En este procedimiento el número de esporas por centímetro cúbico, es igual al número de esporas por abeja, ya que el examen se inició con un mililitro de agua destilada por cada abeja.

La siguiente ecuación da como resultado el número de esporas por abeja.

$$\frac{\text{No. total de esporas contadas}}{80} \times \frac{4 \times 10^6}{1} = \text{Número de esporas por abeja.}$$

Jaycox (1980) elaboró la siguiente tabla para estimar el grado de infección causado por esporas de Nosema apis Zander.

Intensidad de la infección

Número de esporas (millones) por abeja.

nula	
muy ligera	0.01 - 1.00
ligera	1.00 - 5.00
regular	5.00 - 10.00
semisevera	10.00 - 20.00
severa	más de - 20.00

En el presente trabajo se realizó un análisis de varianza respecto al número de esporas por abeja encontrado en los apiarios de los cuatro municipios.

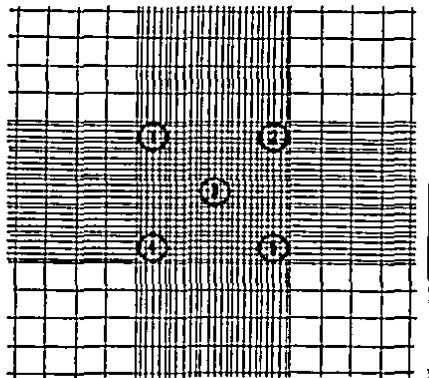


Figura 4.- Selección de los 5 bloques de la cámara de Neubauer.

CAPITULO IV

RESULTADOS

El estudio se realizó iniciando muestreos el 26 de junio de 1985 y finalizando el 4 de noviembre del mismo año.

Se practicó el diagnóstico a 56 apiarios (Figura 5) teniendo un total de 2051 colmenas muestreadas. En 33 apiarios (58.92 %) se detectaron esporas de Nosema apis Zander.

Respecto a el diagnóstico por municipio, Mazatlán presentó un 100% de niveles detectables de nosemiasis en 12 muestras analizadas. Concordia mostró el 63,62 % en 11 muestras totales, en el municipio de Rosario se obtuvo el mayor muestreo y se efectuó el diagnóstico para 21 apiarios, de los cuales el 57.14% resultó positivo a esporas de Nosema apis Zander, Escuinapa presentó el menor nivel de la enfermedad, en 12 muestras analizadas el 16.66% resultó con la infección (Figuras 6a, 6b, 7a y 7b respectivamente).

En total se encontró 23 apiarios libres de la nosemiasis, 17 tenían una infección muy ligera, 15 estaban dentro de una infección ligera y sólo un apiario presentaba una infección regular.

El análisis de varianza mostró que existe diferencia significativa en la incidencia de nosemiasis entre los cuatro municipios ($F_{81} = 7.13$ $P < 0.01$). Los municipios de Mazatlán y Concordia presentan los mismos niveles de incidencia pero son diferentes significativamente ($F_{81} = 13.13$ $P < 0.01$) a los municipios de Rosario y Escuinapa.

MAZATLAN	CONCORDIA	ROSARIO	ESCUINAPA
1.- Urfas	1.- Zavala	1.- A.C.S.A.	1.- Las Piedritas
2.- Vainillo	2.- Concordia	2.- Estación	2.- La Loma
3.- Escamillas	3.- Sta. Catarina	3.- La Colorada	3.- La Presa
4.- Tecomate	4.- Embocada	4.- Bodega I	4.- Tecualilla
5.- Cofradía	5.- Los Ciruelos	5.- Bodega II	5.- Salsipuedes
6.- INIA	6.- El Verde	6.- Baluarte M.D.	6.- La Boquita
7.- El Roble	7.- La Guasima	7.- Baluarte Platanar	7.- Mena
8.- San Francisquito	8.- Potrerillos	8.- Baluarte Los Mangos	8.- La Piedrera
9.- Caleritas	9.- Mesillas	9.- Portezuelo	9.- Palos Altos
10.- Aguaje de Costilla	10.- Copala	10.- De Oleta	10.- Citricos I
11.- El Habal	11.- Aguacaliente	11.- Peña Izquierda	11.- Citricos II
12.- Los Limones		12.- Peña del Centro	12.- San Miguel
		13.- Chametla I	
		14.- Chametla II	
		15.- José Pimienta	
		16.- Los Cuartitos	
		17.- Rosario	
		18.- Los Cuartitos II	
		19.- El Tablón I	
		20.- Vazquez Moreno	
		21.- El Tablón II	

Figura 5.- Localización de los 56 apiarios muestreados.

Los resultados de los diagnósticos practicados en el laboratorio se señalan a continuación:

<u>Nombre del apiario</u>	<u>Número de esporas por abeja</u>	<u>Intensidad de la infección</u>
Urías	1,150,000	ligera
Vainillo	1,850,000	ligera
Escamillas	2,050,000	ligera
Tecomate	3,650,000	ligera
Cofradía	2,900,000	ligera
INIA	3,650,000	ligera
El Roble	650,000	muy ligera
San Francisquito	3,250,000	ligera
Caleritas	1,100,000	ligera
Aguaje de Costilla	1,250,000	ligera
El Habal	400,000	muy ligera
Los Limones	850,000	muy ligera
Zavala	1,100,000	ligera
Concordia	1,700,000	ligera
Sta. Catarina	150,000	muy ligera
Embocada	1,000,000	muy ligera
Los Ciruelos	4,400,000	ligera
El Verde	-	nula
La Guasima	2,500,000	ligera
Potrerillos	-	nula
Mesillas	5,200,000	regular

<u>Nombre del apiario</u>	<u>Número de esporas por abeja</u>	<u>Intensidad de la infección</u>
Copala	-	nula
Aguacaliente	-	nula
ACSA	350,000	muy ligera
Estación	-	nula
La Colorada	100,000	muy ligera
Bodega I	-	nula
Bodega II	-	nula
Baluarto M.D.	150,000	muy ligera
Baluarto Platanar	-	nula
Baluarto Los Mangos	-	nula
Portezuelo	1,200,000	ligera
De Oleta	100,000	muy ligera
Peña Izquierda	100,000	muy ligera
Peña del Centro	-	nula
Chametla I	300,000	muy ligera
Chametla II	150,000	muy ligera
José Pimienta	-	nula
Los Cuartitos	100,000	muy ligera
Rosario	-	nula
Los Cuartos Bravos	-	nula
El Tablón I	2,300,000	ligera
Vazquez Moreno	750,000	muy ligera
El Tablón II	650,000	muy ligera
Las Piedritas	-	nula
Loma	-	nula
La Presa	-	nula
Tecualilla	-	nula
Salsipuedes	350,000	muy ligera
La Boquita	-	nula

<u>Nombre del apiario</u>	<u>Número de esporas por abeja</u>	<u>Intensidad de la infección</u>
Mena	-	nula
La Piedrera	150,000	muy ligera
Palos Altos	-	nula
Citricos I	-	nula
Citricos II	-	nula
San Miguel	-	nula

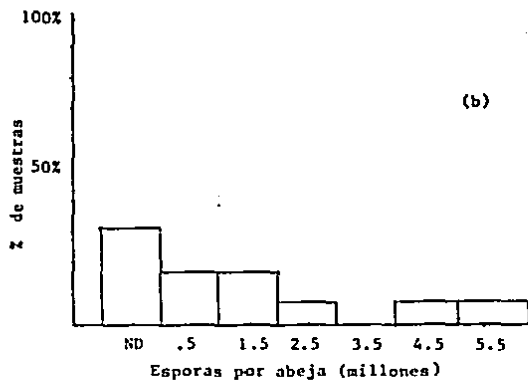
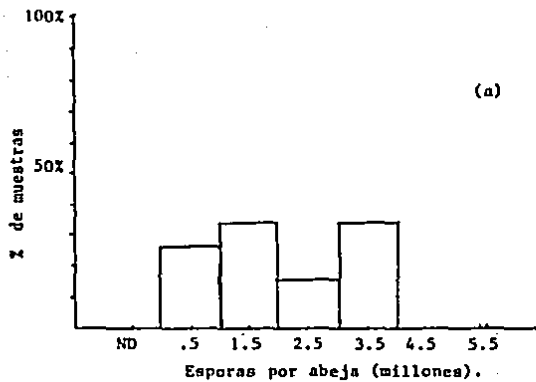


Figura 6.- Niveles de nosemiasis en apiarios del municipio de Mazatlán (a) y de Concordia (b). N D - no detección de Nosema apis Zander.

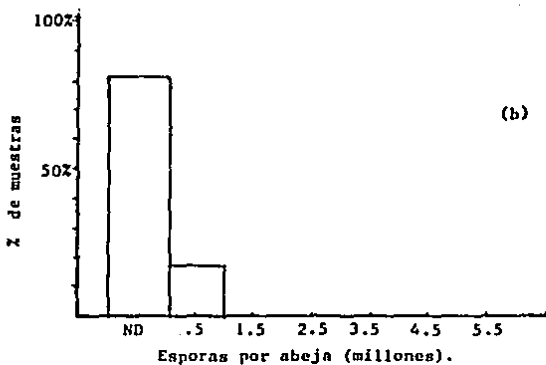
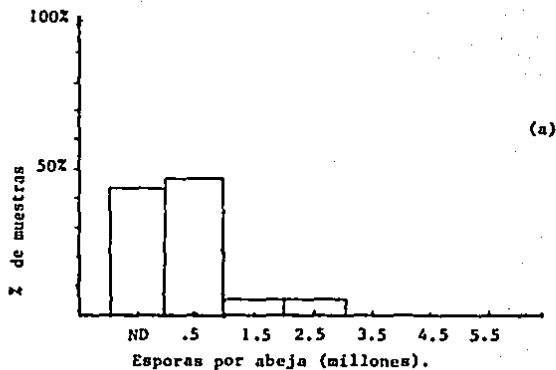


Figura 7.- Niveles de nosemiasis en apiarios del municipio de Rosario (a) y de Escuinapa (b). N D- no detección de Nosema apis Zander.

CAPITULO V

DISCUSION

Resultados derivados de estudios realizados durante 4 años consecutivos por Furgala, Hyser y Mussen (1973), indican que la distribución y niveles de nosemiiasis en apiarios de Minnesota (U.S.A.), se presentó de una manera severa como consecuencia del período invernal que provocó el confinamiento de las abejas y al mismo tiempo el desarrollo de Nosema apis Zander, sin embargo, en la presente investigación, los datos obtenidos nos demuestran niveles esporulares relativamente bajos en los cuatro municipios, probablemente debido a que en el tiempo que duró el muestreo no se presentaron condiciones climáticas -- que provocaran un confinamiento prolongado de las abejas y el desarrollo de la enfermedad.

En los cuatro municipios estudiados no se registraron infecciones severas que hayan permitido observar una mortandad en las colonias, una baja en la producción de miel o una baja en la producción de cría, en estos casos, el apicultor considera que la colonia se encuentra trabajando normalmente aunque un examen microscópico revele que existen esporas de Nosema apis Zander en los intestinos de las abejas.

Sobre este aspecto Doull y Eckert (1962, 1963) y Morse (1972), opinan que el enigma más serio concerniente a la nosemiiasis es que el apicultor rara vez observa los síntomas de la enfermedad y considera a la nosemiiasis como algo sin importancia. De acuerdo con Lehnert (1977b) la nosemiiasis resulta difícil detectarla sin un exámen microscópico, usualmente no existen síntomas distintivos que permiten indicar la infección en la colonia.

La nosemiiasis es una enfermedad desconocida para la mayoría de los apicultores del sur de Sinaloa. En ningún caso se ha dado tratamiento a base de fumagilina, el producto se desconoce en el comercio local.

Se observó que los problemas respecto a enfermedades y plagas de las abejas se concretan básicamente a enfermedades de la cría (al parecer loque americana) y en muchos casos la polilla de la cera ha sido la plaga más dañina de la colmena. En el municipio de Rosario se observaron apiarios totalmente destruidos por esta plaga.

Newton y Cantwell (1976) explican que la fumigación de equipo apícola usando óxido de etileno ha dado excelentes resultados para exterminar la polilla de la cera (Galleria mellonella) y organismos que causan enfermedades a la colmena en los que destacan: Aspergillus flavus, Bacillus larvae W., Streptococcus pluton y Nosema apis Zander.

Cornejo y Rossi (1975) indicaron que existe una verdadera similitud entre la nosemiasis y las diferentes enfermedades de la abeja adulta, pero se pueden citar algunos de ellos que orientan en el problema. Las abejas infectadas por Nosema apis Zander, presentan una marcada debilidad que se caracteriza por movimientos lentos, abdomen globoso y dilatado por la acumulación de excrementos, la abeja presenta un aspecto brillante y diarrea intensa.

En los apiarios se donde se realizó el muestreo no se observaron abejas que presentaran los síntomas antes mencionados. En el diagnóstico de laboratorio algunas obreras mostraron una gran acumulación de excremento en el recto.

La observación de las esporas en el microscopio coinciden con las explicaciones de Shimanuki y Cantwell (1978), Shabanov (1976) y Cornejo y Rossi (1975). Se observaron a 400 diámetros de aumento como cuerpos ovalados algunas veces de forma redonda, con un protoplasma granular y algunas veces demasiado brillante.

Resulta muy importante mencionar que de acuerdo con Furgala, Hyser y Mussen (1973) el factor principal que permite el desarrollo de Nosema apis Zander es el confinamiento prolongado de la abeja. En el caso de las investigaciones realizadas por los mismos autores, como también por Bailey (1967), Kostecki (1976) y Lehnert y Shimanuki (1979), el factor causante ha resultado ser el invierno. Las nevadas han hecho estragos en la Apicultura.

A pesar que el presente trabajo se inició en un periodo de lluvias, las colonias llegaron a estar confinadas a lo máximo 48 horas sin que se detectara una infección severa. Probablemente se necesita un periodo mucho mayor para que se desarrolle la espora. Los meses de febrero, marzo, abril y ma

yo resultan críticos para el apicultor, la sequía obliga a realizar gastos en la preparación de jarabe azucarado y antibióticos para alimentar y prevenir enfermedades en las colonias, aún así en el Estado de Sinaloa se llega a producir en promedio 50 kilogramos de miel por colmena en dos cosechas al año.

La intensidad de la infección en la mayoría de los apiarios fue nula y muy ligera. Estadísticamente se obtuvo diferencia significativa de los -- conteos esporulares entre los cuatro municipios, probablemente esto se deba a que las medidas de manejo de las colonias varían entre los apicultores de una misma zona.

Guzman (1981) indica que las medidas de manejo que ayudan a prevenir y controlar la noseemiasis son: cambiar la reina anualmente, mantener -- las colonias fuertes en población, colocar los apiarios en sitios de fácil acceso, protegidos de los vientos dominantes, que tengan buen drenaje, que la sombra no sea demasiada, que las colonias tengan siempre alimento, reducir al mínimo el intercambio de los panales entre las colmenas y utilizar -- medicamentos para prevenir la enfermedad.

Probablemente en la zona sur de Sinaloa como en otras partes en las que se presentan condiciones climáticas similares entre sí, no se presentan problemas graves de noseemiasis. La importancia que tiene la presencia de esporas de Nosema apis Zander en cualquier apiario es que si por algún motivo se trasladan colonias levemente contaminadas a lugares donde el parásito -- pueda desarrollarse mejor, es posible que se inicie un foco de infección -- que afecte a las colonias sanas.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

El examen microscópico llevado a cabo en esta investigación, nos confirman la presencia de Nosema apis Zander en el sur de Sinaloa y por lo tanto la necesidad de poner atención a sus efectos sobre la Apicultura local.

El conteo esporular representa la forma más efectiva para diagnosticar la nosemiasis, establecer su gravedad y observar la respuesta de la colonia a la enfermedad.

El confinamiento prolongado de las abejas, es un factor que determina - el surgimiento de la nosemiasis cuando el parásito se encuentra en alguna colonia.

Recientes investigaciones demuestran que en la actualidad el quimioterápico fumagilina, es el producto más efectivo en la lucha contra la nosemiasis.

El conocimiento de Nosema apis Zander es importante en la aplicación de medidas de manejo apícola, traslado de colonias y aplicación de medicamentos.

CAPITULO VII

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se llevó a cabo el estudio del parásito unicelular, Nosema apis Zander (Microsporidina: Nosematidae) y su importancia sobre la abeja melífera (Apis mellifica L.) en apiarios localizados en el sur del Estado de Sinaloa.

Los apiarios fueron seleccionados bajo la recomendación de técnicos -- apícolas regionales, los muestreos empezaron el 26 de junio de 1985 para finalizar el 4 de noviembre del mismo año.

Los muestreos de abejas fueron hechos al azar tomando 3 abejas de la piquera de cada colmena, hasta completar 25 abejas por cada muestra. En total se muestrearon 56 apiarios.

Las abejas fueron examinadas en laboratorio siguiendo un conteo esporular que determinará la intensidad de la infección en base al número de esporas presentes por cada abeja.

En total se revisaron 2,051 colmenas y se detectaron esporas de Nosema apis Zander en 33 apiarios (58.92 %).

En total se encontró 23 apiarios libres de la nosemitiasis, 17 con una infección muy ligera, 15 estaban dentro de una infección ligera y sólo un apiario presentaba una infección regular. Estadísticamente se obtuvo diferencia significativa en los conteos esporulares correspondientes a los apiarios en las cuatro localidades estudiadas.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CAPITULO VIII

CITAS BIBLIOGRAFICAS

- Bailey, L. 1963. Infectious diseases of the honey bee. Land Books Ltd. London, England. 176 pp.
- Bailey, L. 1967. Nosema apis and dysentery of the honey bee. Journal of Apicultural Research, 6: 121-125.
- Bailey, L. 1968. The measurement and interrelationships of infections with Nosema apis and Malpighamoeba mellificae honey-bee populations. Journal of Invertebrate pathology, 12: 175-179.
- Bailey, L. 1972. Nosema apis in drone honeybees. Journal of Apicultural Research, II: 171-174.
- Bailey, L. 1976. Patogenesis y Ecología de Nosema apis. In: Aspectos biológicos de la nosemiasis. Simposio de Biología y Patología Apícolas. Merelbeke, Bélgica. p. 41-46.
- Bailey, L. 1981. Honey bee pathology. In: Ultrastructure of the midgut of the worker honey bee Apis mellifera heavily infected with Nosema apis. Journal of Invertebrate Pathology, 44: 282-291.
- Bailey, L. Ball, B. y J.N. Perry. 1983. Association of viruses with two protozoal pathogens of the honey bee. Annals of applied Biol. 103: 13-20.
- Burnside, C. y L. Revell. 1948. Observations on Nosema diseases of honey bees. Jour. Econ. Entomol. 41(4): 603-607.
- Cantwell, G. E. y H. Shimanuki. 1969. Heat treatment as a means of eliminating Nosema and increasing production. American Bee Journal, 109 (2): 52-54.

- Cantwell, G. E. 1970. Standard methods for counting *Nosema* spores. American Bee Journal. 110 (6): 222-223.
- Cantwell, G. E. y H. Shimanuki. 1970. The use of the heat to control *Nosema* and increase production for the commercial beekeeper. American Bee Journal. 110 (7): 263.
- Cantwell, G.E. y H. Shimanuki. 1971. The use of elevated temperatures to reduce *Nosema apis* infection in the honey bee. Proceedings IV Intern. Collog. of Insect Path.
- Cantwell, G.E. Smith, L.J. y T. Lehnert. 1971. Effects of extreme cold and of microwaves on spores of *Nosema apis*. American Bee Journal. 111 (5): 188.
- Cantwell, G.E. 1975. The use of ethylene oxide to decontaminate bee equipment on a state-wide basis. American Bee Journal. 115 (10): 394-408.
- Cantwell, G.E. Lehnert, T. y R.S. Travers. 1975. U.S.D.A. research on ethylene fumigation for control of diseases and pests of the honey bee. American Bee Journal. 115(3): 96-97.
- Clinch, P.G. 1974. Observations on the incidence of *Nosema* diseases of honey bees. New Zealand Journal of Experimental Agriculture. 2: 451-453.
- Clinch, P.G. 1975. A rapid method of examining honey bees individually for *Nosema* spores. New Zealand Journal of Experimental Agriculture. 4: 125-126.
- Cornejo, L.G. y C.O. Rossi. 1975. Enfermedades de las abejas. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. p. 75-135.

- Doull, K.M. y J.E. Eckert. 1962. A survey of the incidence of Nosema disease in California: Jour. Econ. Entomol. 55 (3): 313-317.
- Doull, K.M. y J.E. Eckert. 1963. A study of Nosema disease in California. American Bee Journal. 103 (11): 418-420.
- Fries, H. Ekbohm, G. y E. Villumstad. 1984. Nosema apis, sampling techniques and honey yield. Journal of Apicultural Research. 23 (2): 102-105.
- Furgala, B. y R. A. Hyser. 1969. Minnesota Nosema survey: distribution and levels of infection in wintering apiaries. American Bee Journal. 109 (12): 460-461.
- Furgala, B. y R. Boch. 1970. The effect of Fumidil-B, Nosemack and Humatin on Nosema apis. Journal of Apicultural Research. 9 (2): 79-85.
- Furgala, B. Hyser, R.A. y E.C. Mussen. 1973. Endozotic levels of Nosema disease in untreated and fumagillin treated apiaries in Minnesota. American Bee Journal. 113 (6): 210-212.
- Furgala, B. y E.C. Mussen. 1978. Honey bee pests, predators, and diseases. In: Residual activity of bicyclohexylammonium fumagillin in sucrose syrup and high fructose corn syrup stored at two temperatures. American Bee Journal. 125 (1): 47-48.
- Furgala, B. y M.A. Sugden. 1985. Residual activity of bicyclohexylammonium fumagillin in sucrose syrup and high fructose corn syrup stored at two temperatures. American Bee Journal. 125 (1): 47-48.
- Guzman, N. 1981. Contribución al estudio de la nosemitiasis de las abejas. Tesis Profesional. Universidad Nacional Autónoma de México. p. 47

- Jacobs, F. 1976. Aspectos morfológicos del desarrollo de Nosema apis (Microsporidea) estudiados con microscopio óptico. In: Aspectos biológicos de la nosemiasis. Simposio de Biología y Patología Apícolas. Merelbeke, Belgica. p. 85-89.
- Jaycox, E.R. 1980. Estimation of the severity of Nosema infection. Unedited Bulletin. University of Illinois.
- Jdanov, S.V. 1960. Nosema i morfologicheskie izmeneniya pchol. Trud obshchestva estestvoispytateley. In: Estado fisiológico de las abejas enfermas de nosemiasis. In: Aspectos biológicos de la nosemiasis. Simposio de Biología y Patología Apícolas. Merelbeke, Belgica. p. 90-94.
- Jerebkin, M.V. 1976. Estado fisiológico de las abejas enfermas de nosemiasis. In: Aspectos biológicos de la nosemiasis. Simposio de Biología y Patología Apícolas. Merelbeke, Belgica. p. 90-94.
- Kostecki, R. 1976. Aspectos del combate biológico de la nosemiasis en Polonia. In: Aspectos biológicos de la nosemiasis. Simposio de Biología y Patología Apícolas. Merelbeke, Belgica. p. 47-50.
- Lehnert, T. 1977a. Comparing methods of feeding Fumidil-B for Nosema control in honey bees. American Bee Journal. 117 (11): 700-701.
- Lehnert, T. 1977b. Nosema control in queens in mailing cages. Journal of Apicultural Research. 16 (3): 163-164.
- Lehnert, T. y H. Shimanuki. 1979. Population change and nosema spore levels in colonies started with package bees. Apidologie. 10 (1): 17-21.

- Lindauer, M. 1952. Ein beitrage zur frage der arbeitsteilung in bienenstaat. In: Patogenesis y Ecologia de Nosema apis. In: Aspectos biológicos de la nosemitiasis. Simposio de Biología y Patología Apícolas. Merelbeke, Belgica. p. 41-46.
- Liu, T.P. 1984. Virus- like cytoplasmic particles with lysed spores of Nosema apis. Journal of Invertebrate Pathology. 44: 103-105.
- Lotmar, S. 1941 . Technique du diagnostic du Nosema. In: Traité de Biologie de L'abeille. Masson et Cie editeurs , Paris. 434 pp.
- Memorias del XXVIII Congreso Internacional de Apicultura. Acapulco, Guerrero. México 23-29 de octubre, 1981. p. 36-38.
- Moffett, J. y W.T. Wilson. 1971. The viability and infectivity of frozen Nosema spores. American Bee Journal. III (2): 55-70.
- Moffett, J. y F.A. Lawson. 1975. Effect of Nosema- infection on O₂ consumption by honey bees. Jour. Econ. Entomol. 68 (5): 627-629.
- Morgenthaler, O. 1922. Germination des spores de Nosema. In: Traité de Biologie de L'abeille. Masson et Cie editeurs , Paris. 434 pp.
- Morse, R.A. 1972. The complete guide to Beekeeping. E.P. Dutton & Co., Inc. New York. 207 pp.
- Muresan, E. Duca, D. y Z. Papay. 1975. The study of some histochemical indices of the midgut, healthy and infected with Nosema apis. of the Apis mellifica carpatina bee. In: Proceedings, XXV th Int. Api. Congr. p. 384-385.

- Mussen, E.C. Furgala, B. y R.A. Hyser. 1975. Enzootic levels of Nosema disease in the continental United States. American Bee Journal. 115 (2): 48-50.
- Newton, D. y G.E. Cantwell. 1976. Fumigation of bee equipment using ethylene oxide and an inexpensive chamber. American Bee Journal. 116 (7): 313-317.
- Ordetx, G. S. y P.D. Espina. 1966. La Apicultura en los trópicos. Editorial Trucco. México, D.F.
- Peroutka, M. y V. Vesely. 1976. La noseemiasis en Checoslovaquia. In: Aspectos biológicos de la noseemiasis. Simposio de Biología y Patología Apícolas. Merelbeke, Belgica. p. 69-73.
- Revell, I.L. 1960. Longevity of refrigerated Nosema spores - Nosema apis a parasite of honeybees. In: Effect of Nosema- infection on O₂ consumption by honeybees. Jour. Econ. Entomol. 68 (5): 627-629.
- Rinderer, T.E. y K.D. Elliott. 1977. Influence of nosematosis on the hoarding behavior of the honeybee. Journal of Invertebrate Pathology. 30: 110-111.
- Rinderer, T.E. y K.D. Elliott. 1977. Worker honeybee response to infection with Nosema apis: influence of diet. Jour. Econ. Entomol. 70: 431-433.
- Rinderer, T.E. y H.A. Sylvester. 1978. Variation in response to Nosema apis, longevity, and hoarding behavior in a free-mating population of the honeybee. Annals of the Entomological Society of America. 71 (3): 372-374.
- Root, A.I. 1976. ABC y XYZ de la Apicultura. Editorial Hachette. Buenos Aires , Argentina. 670 pp.

- S.A.R.H. 1985. Unidad del Proyecto Presidio-Baluarto, Sinaloa.
- Shabanov, V. 1976. Estudios relativos a la nosemiasis en Bulgaria. In: Aspectos biológicos de la nosemiasis. Simposio de Biología y Patología Apícolas. Merelbeke, Belgica. p. 95-104.
- Shimanuki, H. y G.E. Cantwell. 1969. The role of heat and ethylene oxide in Nosema disease prevention. In: The XXIInd International Beekeeping Congress. Munich. p. 570-571.
- Shimanuki, H. y G.E. Cantwell. 1978. Diagnosis of honeybee diseases, parasites, and pests. Agricultural Research Service, U.S.D.A. 18 pp.
- Shimanuki, H. 1980. Michael's 1979 summary of bee diseases laws of the United States. American Bee Journal. 120 (3): 170-174.
- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1969. Biometría. principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. W. Blume, Madrid. 832 pp.
- Steche, W. 1976. Problemas abiertos acerca de la Biología de Nosema apis Zander. In: Aspectos biológicos de la nosemiasis. Simposio de Biología y Patología Apícolas. Merelbeke, Belgica. p. 25-40.
- Sugden, M.A. y B. Furgala. 1979. Enteroseptol ineffective against Nosema apis. American Bee Journal. 118 (8): 594-596.
- Sylvester, H. A. y T. E. Rinderer. 1978. Assessing longevity, hoarding behavior, and response to Nosema in honeybees. American Bee Journal. 118 (12): 806-807.
- U.S.D.A. 1980. The world honey Market. American Bee Journal. 120: 813.
- Vivier, E. 1975. The Microsporidia of the Protozoa. Protistologica. 11 (3): 345-361.

- Vivier, E. 1979. Données nouvelles sur les Microsporidies. Ultrastructure - cycles - systématique. Bulletin de la Société Zoologique de France. 104 (4): 381-396.
- Wang, D. 1969. The effects of behavior, amino acids of the haemolymph, and development of hypopharyngeal glands on Nosema- diseased worker honeybees, Apis mellifera L., on the ability of queens to escape infection by Nosema apis Zander. Thesis, Univ. of Wisconsin.
- White, G.F. 1919. Nosema disease. In: Ultrastructure of the midgut of the worker honeybee Apis mellifera heavily infected with Nosema apis. In: Journal of Invertebrate Pathology. 44: 282-291.