

NOSEMIASIS DE LAS ABEJAS

(EVALUACION DE LA NOSEMIASIS DE LAS ABEJAS (APIS MELLITICA L.) (PRIMERA PARTE)

*Federico Alvarado Viquez**
*Gilberto Fuentes G., M.Sc.***

*William Ramírez B., Ph. D.****
*Carmen Ma. Sáenz Sánchez*****

INTRODUCCION

Desde hace algún tiempo se ha venido detectando la presencia, en algunas partes del país, de una enfermedad de la abeja melífera llamada nosemiasis. Donde más se ha localizado, es en la zona atlántica y especialmente en el cantón de Turrialba, en el Centro de Diversificación Agrícola. Las altas concentraciones de esporas de nosemiasis en la zona de Turrialba son alarmantes y están afectando la calidad de las reinas producidas en esa región (comunicación personal W. Ramírez, 1980). Esta situación es de mucha importancia por tener este Centro un criadero de reinas, producción de núcleos y colmenas, las que al venderlas, si están infectadas propagan la enfermedad al resto del país. La preocupación consiste en que para un futuro programa de crianza de reinas, selección y mejoramiento genético, con motivo de la llegada a nuestro país de la abeja *Apis mellifera* L. (africanizada), este lugar, por ser una fuente de inóculo de la enfermedad, debe quedar por fuera de un proyecto de

ese tipo. Hay muy poca información sobre la nosemiasis en zonas tropicales, ya que casi todo ha sido investigado en clima templado. Por lo que no se sabe en qué condiciones o regiones del país pueden efectivamente ser un peligro inminente, o si por el contrario, dependiendo de las circunstancias geográficas o climáticas, su importancia puede ser secundaria. Esta enfermedad se considera como una dolencia de la colmena y no de los individuos por separado. Se caracteriza porque no mata a las abejas directamente, ni tampoco causa síntomas específicos y manifiestos, pero acorta la vida de la abeja en un 40 a 50 por ciento, afectando la producción de miel y la polinización. Este trabajo se llevó a cabo en Coyol, provincia de Alajuela, zona representativa del bosque húmedo premontano del Valle Central, ya que por sus condiciones climáticas reúne características intermedias con las del Pacífico Seco y Húmedo. El propósito de este trabajo fue evaluar el desarrollo del parásito *Nosema apis* Zander en *Apis mellifera* y la respuesta de la abeja a la nosemiasis en las condiciones climáticas del Valle Central, su distribución en esta área, así como los posibles factores que influyen en el comportamiento del hospedante y el parásito. Como también la importancia del uso del antibiótico Fumidil B en estas condiciones.

REVISION DE LITERATURA

Una de las enfermedades de la abeja melífera (*Apis mellifera*), más comunes en el mundo es

- * *Compañía Apícola La Abejita Ltda.*
- ** *Director Facultad de Fitotecnia, Escuela de Agronomía, U.C.R.*
- *** *Prof. Facultad Fitotecnia, U.C.R.*
- **** *Lab. Clínico Hospital San Rafael de Alajuela, C.C.S.S.*

la nosemiasis, causada por el esporozooario *Nosema apis*, así donde haya abejas, ahí se podrá encontrar a esta enfermedad. Este parásito fue identificado en 1911 por Zander como *Nosema apis*, clase Sporozoa, orden Merosporidia, familia Nosematidae (1,22). De acuerdo con Jacobs (15) hay muchos trabajos que tratan sobre el ciclo evolutivo y desarrollo de *N. apis* en el intestino medio de la abeja mellífera. Sin embargo para los mismos estadíos, la terminología empleada no es uniforme. Este autor propone que se emplee el sistema del ciclo evolutivo del Dr. Weiser para este esporozooario. Burnside y Revell (3) afirman que las esporas de este parásito unicelular cuando son ingeridos con la comida o en el agua, germinan en el ventrículo o intestino medio, produciendo planotes móviles. Estos planotes se multiplican e invaden las células epiteliales del intestino medio y del estómago. Los parásitos se multiplican dentro de estas células y pasan por otros estados de desarrollo, llamados merontes, esporoblastos, esporas jóvenes y por último las esporas maduras. Una vez formada la espora madura, ésta es liberada en el estómago cuando las células epiteliales revientan. Las esporas pasan al recto y son liberadas en las heces. Las dimensiones de esta espora oval es de 2 μ m por 5 μ m, y constituyen una fuente de inóculo. Este parásito afecta solamente a las abejas adultas. Además de atacar las células epiteliales del intestino medio, también ataca ocasionalmente los tubos de Malpighi. No mata a las abejas en forma directa, ni tampoco ocasiona que se manifiesten síntomas característicos; sin embargo esta enfermedad puede ocasionar la pérdida de la reina entre las dos o seis semanas después de haber sido infectadas. Afecta los ovarios de la reina y reduce la postura. También provoca el retraso de los núcleos o colmenas que ha pasado el invierno en condiciones de clima templado (22).

Las abejas infectadas pueden mostrar síntomas como disentería, incapacidad para volar, arrastre, y parálisis parcial. La disentería es menos probable que se presente durante el verano en condiciones de clima templado, ya que los panales están más limpios y aparecen nuevas generaciones de abejas, disminuyendo el porcentaje de individuos infectados en la población. La disentería, indiferente de su causa, propaga la nosemiasis. Algunas experiencias demostraron que uno de los factores más importantes que determinaron la incidencia de la infección, es que las abejas adultas se contaminaron con heces en el interior de una colonia. Otras infecciones pue-

den provocar también la disentería y a la vez favorecen la propagación de *N. apis* entre las abejas. Otra causa puede ser el aislamiento prolongado de las abejas encerradas en la colmena durante el invierno (2, 9, 21, 22). Según Oertel (24) la nosemiasis ha recibido mucha atención en las regiones de clima templado, pero no hay estudios sobre las consecuencias de esta enfermedad en condiciones tropicales. De acuerdo con Moeller (22) una manera de detectar la enfermedad es desprendiendo el último segmento del abdomen y con ello el intestino. En una abeja sana dicho intestino es ámbar y traslucido pero en una abeja enferma es de color lechoso y dilatado o hinchado. Algunos investigadores infectaron a las abejas, administrándoles alimento con esporas del patógeno, pero no lograron provocar ninguno de los síntomas. Con la premisa de que las abejas infectadas con nosemiasis son muchísimas, se llegó a la conclusión de que son necesarias la intervención de otros factores no conocidos hasta ahora, antes de que se manifieste su efecto (2, 9, 21, 22). Para Kostecki (19) el problema central de la nosemiasis y de su erradicación consiste en asegurarse que las colonias de abejas posean una cantidad óptima de polen, ya que sin él no puede producir cría y sin ésta no se forman colonias fuertes en invierno y entonces no existe la inmunidad a la nosema. Como resultado de estudios ecológicos sobre la nosemiasis en la República Árabe de Libia, los apicultores fueron aconsejados para que mantuvieran las colmenas enfermas al sol, como medida temporal contra la difusión hasta que tuviesen los medicamentos necesarios para combatirla. Esta medida tuvo éxito y las colmenares se debilitaron y muchas murieron en invierno. Aparentemente el calor acumulado en la colmena, como consecuencia de su exposición al sol, tuvo un efecto favorable sobre la actividad de cría y de recolección, pero no afectó las esporas de *N. apis*. Las abejas enfermas morían durante su actividad de recolección de néctar y polen, pero el porcentaje de mortalidad era superado por la cría desarrollada durante el flujo de néctar. Así para controlar la enfermedad era necesario, además de la exposición al sol de la colonia, usar antibióticos y desinfectantes que afectaran el protozooario (10).

Farrar (11) observó que las colonias localizadas con exposición total al sol sufren menos de nosema que aquellas que se encuentran a la sombra. Los rayos solares estimulan el vuelo de las abejas y aquellas que se encuentran debilitadas por nosema, tienen menos probabilidades de

regresar a la colmena. También notó aumentos considerables en la cosecha de miel, comparando colmenas con baja infección, con otras de alta infección. Aquellos apicultores que trabajan con núcleos, pueden ver reducidas sus pérdidas manteniendo reinas en reserva, en núcleos, para una pronta reposición. Espina (10) opina que la nosemiasis requiere condiciones climáticas tales que obliguen a las abejas a formar un racimo, o que las retenga en la colmena por un lapso prolongado. Por eso, esta enfermedad causa muchos problemas en regiones de invierno muy fuerte. Sin embargo, se le puede controlar en las regiones tropicales, especialmente donde ocurren períodos de lluvias continuas, pero no llega a revertir la gravedad que tiene en países templados. Se puede afirmar que la nosemiasis en climas cálidos no es grave, ya que desaparece por lo general al llegar la época de flujo de néctar. Dentro de los factores que afectan la germinación de esporas de *N. apis*, está la temperatura. Burnside y Revell (3) mencionan que la temperatura de 31°C es óptima para el desarrollo de *N. apis*. El ámbito para una posible infección artificial puede lograrse entre los 14°C y 37°C. Por debajo de los 11°C y por encima de los 38°C, los parásitos cesan de desarrollarse. El desarrollo del parásito es retardado cuando la temperatura es la óptima para la postura, esto es, entre 33,5 - 35,6°C (3, 25). Buys (4) informó de casos en la República Sudafricana de parasitismo de las crías por *N. apis*; esto fue hecho con base al análisis de pupas muertas encontradas en las piqueras de un colmenar de Pretoria. Sin embargo, esta enfermedad se diferencia de la nosemiasis de las abejas adultas. primero, la nosemiasis es una enfermedad de la abeja adulta y no se propaga entre las crías. Por otro lado, la nosemiasis de las crías se puede transmitir fácilmente a las crías, pero las abejas adultas son resistentes a ella. El grado de infección es reducido, por lo que no se informó casos de colmenas destruidas. Las colonias afectadas fueron muy debilitadas por la nosemiasis de las crías, pero todas las colmenas en observación, aún las infectadas artificialmente, lograron vencer a la enfermedad sin necesidad de suministrar ningún medicamento. El organismo causante de la enfermedad, es un poco diferente a *N. apis*, porque sus esporas son más pequeñas y más variables en dimensiones pues *N. apis* tiene un tamaño promedio de 5,1 µm por 3,6 µm y la nosemiasis de la cría 4,9 por 2,8 µm. El autor de este trabajo (4) considera que debido a la similitud de dimensiones y ciclo evolutivo con *N. apis*,

este organismo pertenece al género *Nosema*. Cabe agregar que este estudio se hizo con abejas melíferas africanas y que la región en que se estudió la nosemiasis de la cría, tiene un clima suave que permite la actividad permanente de las abejas. Jerebkin (16), en Rusia, determinó que el trastorno en los procesos de secreción y absorción de los productos resultantes de la desintegración de los alimentos en el intestino, es la causa de la modificación en su composición bioquímica del cuerpo de las abejas. La reducción de la actividad enzimática y el balance negativo del nitrógeno, que caracteriza a las abejas enfermas, conducen a un cambio brusco en su actividad biológica y longevidad. Las abejas enfermas de nosemiasis consumen más intensamente el polen. Según el grado de trastorno de los procesos fisiológicos, la vida de las abejas puede dividirse en dos períodos: en el primero, los trastornos son insignificantes y el organismo tiene en cierta medida la posibilidad de cumplir las principales funciones propias de las abejas sanas. Algunos trastornos de la digestión son compensados en las abejas enfermas por un mayor consumo de polen que permite al organismo mantener en las primeras etapas, un balance positivo de nitrógeno. En el segundo período, que empieza con el catorceavo día de vida de las abejas, hay trastornos agudos en la digestión. En este período a pesar de que las abejas consumen intensamente polen, se nota un balance negativo del nitrógeno, la actividad de los fermentos disminuye, y las glándulas hipofaríngeas, así como el cuerpo adiposo, se reducen.

En el intestino medio de la mayoría de los insectos, inclusive en la abeja melífera, existe una membrana peritrófica. Esta separa la masa de alimentos del epitelio del intestino medio, y de esta manera, cumple con su función de protección. Pareciera ser que esta membrana tiene el papel de proteger el epitelio del intestino medio contra las lesiones mecánicas. Se ha encontrado la presencia de un fermento medio contra las lesiones mecánicas. Se ha encontrado la presencia de un fermento que coagula la caseína en muchos insectos y la mayor actividad del fermento se encuentra por lo general, en los insectos que ingieren alimentos grasos. Ellos presentan membranas peritróficas muy desarrolladas; parece ser que este fermento interviene en la formación de la membrana peritrófica, la que protege al organismo de los factores desfavorables y especialmente de la penetración de los microbios infecciosos en las células epiteliales. Este fermento es

mas activo en las abejas jóvenes (de 9 a 12 días), que en las de mayor edad en donde su actividad disminuye considerablemente. Basado en las observaciones anteriores, sobre la resistencia de las abejas de diferentes edades a la nosemiiasis, se puede comprender por qué las abejas jóvenes son afectadas relativamente poco por esta enfermedad. Es muy probable que el fermento activo de las abejas jóvenes forme una membrana peritrófica relativamente a través de la cual las esporas pasan difícilmente, en las abejas viejas la situación es distinta, debido al debilitamiento de la actividad del fermento se enferman más fácilmente de nosemiiasis (17). Un experimento, con el fin de determinar si existía correlación entre la concentración de esporas de *N. apis* en el ventrículo de la abeja y de las heces determinó, que el examen de la materia fecal provee datos confiables para determinar el nivel de infección de las abejas en el laboratorio (26). Furgala (12) con el fin de demostrar el efecto de la intensidad del inóculo en el reemplazo de reinas infectadas, se inóculo reinas con cantidades conocidas de esporas. Se determinó que concentraciones de 1×10^3 a 1×10^5 esporas por abeja, invariablemente produjeron una grave infección antes de 30 días. El grado de infección y el tiempo en que ocurrió el reemplazo de la reina, varió de acuerdo con la dosis. La dosis de esporas a que las reinas sobrevivieron sugiere que puede ser posible una selección para resistencia a nosemiiasis. Es probable que las abejas dentro de las colmenas, ocupadas en las labores de limpieza, solicitan alimentación, tanto a miembros inmaduros como adultos de la comunidad infectados y este comportamiento puede ayudar a esparcir la enfermedad dentro de la colmena. Doull (6) informa que las perturbaciones de una colmena como: 1. La pérdida de una reina, 2. La excesiva manipulación, 3. Un cambio drástico en el clima que interfiere con el patrón de vuelo de la colonia, 4. Disminución de abejas pecoreadoras, 5. Reducción de la postura pueden trastornar el patrón de comportamiento de todas o algunas de las abejas. Estos trastornos producen "stress", ocasionan cambios en el metabolismo y en el número de esporas en cualquiera de las abejas que están afectadas por *N. apis*, e inducen a la manifestación de la infección. Las abejas infectadas, si por alguna razón no tienen la oportunidad de volar, excretan dentro de la colmena transmitiendo esporas a otras abejas. Debido a todo esto es que las reacciones de "stress" son de gran importancia en el desarrollo de la enfermedad. Esto

sugiere que los experimentos deben llevarse a cabo en colmenas bien balanceadas. Aquellas abejas mantenidas en pequeñas jaulas o incumadoras, están sujetas a condiciones de mucho "stress", debido a su inhabilidad de volar y por la ausencia de otras características de la vida de la colonia por lo que no aconseja su empleo.

Doull y Eckert (8), emplearon un método para muestrear la nosemiiasis. Este consistió en tomar muestras de 25 o más abejas en la entrada de la colmena, se consideró que este número es el adecuado cuando más del 80/o de las abejas estaban infectadas. Infecciones menores no fueron consideradas como de importancia económica. El uso de una pequeña muestra tiene la ventaja de que hace posible el examen de un mayor número de colonias. El nivel de infección se determinó macerando 25 abdómenes de abejas en 1 ó 2 cc de agua, y el número de esporas se midió con la ayuda de un hemocitómetro (8, 29). Para llevar a cabo el diagnóstico de la enfermedad, se recomienda hacer uso del examen microscópico. Se le extrae a la abeja el intestino tirando el último segmento abdominal por medio de unas pinzas, se coloca éste en un portaobjetos y se le extiende en una gota de agua, pero si se quiere contar el número de esporas, entonces se coloca la muestra en una cámara de recuento de Neubauer, que contiene un retículo de Thomas (5). Doull y Cellier (7), llegaron a la conclusión de que las diferencias en cuanto a incidencias del esporozario en los apiarios no pueden ser correlacionados con condiciones de clima o nutrición y sugieren que las prácticas de manejo de los apiarios ocasionan un importante efecto en el nivel de infección. Ahora bien, ninguno de estos factores son de consideración en las grandes diferencias encontradas entre colmenas de un mismo apiario. El clima, condiciones florales, nutrición y el manejo, pueden afectar el nivel de infección, pero parece que hay factores actuando en cada colmena que varían el nivel de infección de colmena a colmena. Doull y Eckert (8) concluyeron que las muestras de 20 a 25 por colmena son adecuadas para determinar la nosemiiasis. Varios investigadores han encontrado esporas de *N. apis* en los ovarios, glándulas mandibulares, en la hemolinfa, glándulas faringéales y torácicas de abejas infectadas. Se demostró que el recuento total de células sanguíneas es una prueba de diagnóstico. En el caso de las abejas infectadas, el número de células sanguíneas fue bajo en comparación con las sanas. Sin embargo, al haber destrucción de las células sanguíneas, hay un debilitamiento

del insecto lo que provoca su muerte (13). La morfología y el ciclo de secreción de las glándulas hipofaringeales de abejas enfermas, sufren cambios regresivos, el volumen de los lóbulos secretores de las glándulas decrecen progresivamente, su núcleo se desintegra, el citoplasma y el tamaño de los glóbulos se ven extremadamente reducidos y esto conlleva a una mala formación de las glándulas hipofaringeales. La inactividad de estas glándulas ayuda a comprender por qué las abejas enfermas no atienden a la reina a la inhibición de la secreción de jalea real, ocasionando una infección de la reina. Según Wang y Moeller (30) el número de esporas en el intestino medio de una obrera infectada puede ser correlacionado con la aparición de estas esporas en las glándulas hipofaringeales.

L'Arrive (20), concluyó que las abejas no poseen inmunidad o resistencia total a *N. apis*. Sin embargo, unas pocas reinas parecieron tolerar la infección de nosema durante períodos considerables. En su estudio se obtuvo una proporción de tres reinas susceptibles, por una tolerante. Esto sugiere herencia monofactorial e indica que una línea de abejas podría desarrollarse con alta tolerancia a nosema. El antibiótico fumagilina proviene de un cultivo de *Aspergillus* sp. La acción de esta droga es de naturaleza profiláctica; mata la fase ameboide, que es la forma infectante, la que sale de la espora en el ventrículo o intestino medio, para que entre en las células epiteliales. La fumagilina se consigue con el nombre comercial de Fumidil B (Laboratorios Abbot's). Es compatible con la sulfa y la terramicina. Cinco gramos de Fumidil B proporcionan una concentración de 100 mg/gal. (1, 2, 14, 18). El Fumidil B (fumagilina), es la única droga que ha sido aceptada por la Administración de Alimentos y Drogas de los EE.UU. para el combate de la nosemirosis. Un mínimo de 100 mg de fumagilina activa, por cada cuatro litros de solución azucarada, es necesario para suprimir niveles naturales de infección de *N. apis*. El óxido de etileno en las herramientas y materiales puede ser utilizado también, a razón de 100 mg por litro de agua, durante 24 horas a 37,8°C en un cuarto hermético para su desinfección. Para controlar a *N. apis* se puede hacer uso del tratamiento con calor, lo cual requiere calentar todo el equipo durante 24 horas a 44°C, en un cuarto donde la temperatura sea uniforme y termostáticamente controlada. Los panales deben tener poca o ninguna miel o polen. También la fumigación con ácido acético puede ser eficaz (23). Shi-

manuki, Lehenert y Knox (28) proporcionan datos sobre la vida de las reinas no guardan ninguna relación con el número de días que se mantuvieron en núcleos de acoplamiento, debidamente infectados. Por esto es importante el alimentar las abejas con fumagilina o tener núcleos de acoplamiento, libres de nosema, antes de la introducción de una reina. Ellos usaron 0,68 gal de solución azucarada, conteniendo 100 mg de fumagilina/gal lo cual fue suficiente para suprimir la infección. Ellos inocularon con una concentración de esporas de 5×10^8 . La infección de las abejas con nosema reduce la síntesis del ARN en las células hospedantes. Esto se debe a cambios en el metabolismo de los ácidos grasos, producidos por la nosemirosis en el intestino de la abeja infectada. El tratamiento con fumagilina inhibe el desarrollo de los parásitos, impidiendo la multiplicación del ADN en sus células y esto restaura la síntesis normal del ARN en el intestino de la abeja. Shabanov (27) aconsejó que para eliminar la nosema de las fuentes de infección, como son las colmenas, panales y miel, es recomendable hacer la desinfección con una solución de formaldehído al 40/0, o con ácido acético glacial. Como medio de curación y profiláctico más eficaz, recomienda el uso de Fumidil B y la fumagilina DCH, respectivamente.

MATERIALES Y METODOS

Este estudio se realizó dos veces pues la primera vez que se inoculó *N. apis* a las colonias, en abril de 1980, éstas no fueron infectadas y el parásito no se reprodujo, por lo tanto se tuvo que comenzar de nuevo el experimento. La segunda vez, la inoculación fue eficaz. El estudio esta vez se realizó entre el 15 de octubre de 1980 y el 15 de marzo de 1981. Para la preparación de cada colmena se escogieron todas aquellas que reunieron características muy parecidas en cuanto a peso y población. Se colocaron en un lugar provisto con árboles, en el Coyol provincia de Alajuela, los que proporcionaban una sombra parcial. Cada una de las colmenas constó solamente de una cámara de cría con 10 panales, instalados en cajas tipo langstroth de asbestocemento. Se colocaron una al lado de la otra, con una separación de 10 cm entre sí. Posteriormente a cada una de las colmenas se les introdujo una reina de la misma edad, las que eran hermanas por parte de madre. Para cumplir con el objetivo propuesto, se realizó las siguientes mediciones: 1.- Se llevó a cabo recuentos quincenales

de esporas, por el método del hemocitómetro, para evaluar el desarrollo o nivel de infección de *N. apis*, en colmenas inoculadas con este patógeno o sin él. 2.- Se pesó las colmenas para obtener información sobre el efecto de la enfermedad en las reservas de miel y variación de la población de abejas. 3.- Se determinó la temperatura promedio, precipitación y humedad relativa media, con el fin de comparar estos factores ambientales, en cuanto a su efecto en el hospedante y el parásito. 4.- Los parámetros a medir fueron número de esporas y peso de las colmenas. Los datos del número de esporas se transformaron a $\sqrt{x}$, antes de hacer su análisis estadístico.

El estudio se dividió en dos partes:

A.- La primera parte consistió en un muestreo en varios apiarios cada quince días con el fin de ubicar y evaluar el desarrollo del parásito y su nivel de infección durante el período de estudio, así como la aparición de los focos de *N. apis* en nivel de infección durante el período de estudio, así como la aparición de los focos de *N. apis* en el Valle Central. Se tomó muestras de 50 abejas por cada apiario visitado, los que fueron ubicados en: 1. Santa Bárbara, provincia de Heredia, 2. Barva de Heredia, 3. Buena Vista, 4. San Joaquín de Flores, 5. Desamparados, provincia de Alajuela y 6. Llorente de Tibás, provincia de San José. B.- La segunda parte se llevó a cabo en el Coyol de Alajuela. Consistió en un diseño de bloques de azar. Cada bloque estuvo formado por cuatro tratamientos, representados por cuatro colmenas y cada uno de ellos era una repetición; para generar un arreglo de parcelas divididas en el tiempo. Se visitó las colmenas cada 15 días, se les hizo el manejo de rutina y se tomó muestras de 25 abejas, como mínimo, por colmena. Se hizo una pesada de la colmena, una vez al mes y a cada muestra se le hizo el recuento esporular, por el método del hemocitómetro.

Los tratamientos fueron 4:

- Con Fumidil B → 1. Colmena con inóculo
- 2. Colmena sin inóculo
- Sin Fumidil B → 3. Colmena con inóculo
- 4. Colmena sin inóculo

Al final del experimento se eliminó un bloque con sus 4 tratamientos, debido a que 2 de las colonias enjambraron. Por esta razón, los datos de pesado de colmenas fueron hechas con 6 repeticiones. Los datos del número de esporas sí fueron obtenidos con 7 repeticiones porque las colmenas enjambraron hasta mucho después de que estaban sanas. A las colmenas de los dos tratamientos con inóculo se les suministró el espo-

rozoario en una dilución de 100.000 esporas por mm^3 , de los que se tomaron 2 ml, que se agregaron a un jarabe de 800 ml, preparado sobre la base de 2 partes de azúcar de caña, por cada litro de agua. Este jarabe se les dio a las colonias por medio de alimentadores Boardman, en frascos de 800 ml de capacidad. La dosis para los tratamientos con Fumidil B consistió en 100 mg del medicamento por galón de solución azucarada, que fue suministrado en un frasco de 800 ml por medio de un alimentador Boardman. Se aplicó el inóculo el 1 de octubre de 1980, el mismo provenía de colmenas infectadas del Centro Nacional de Apicultura de Turrialba. Las colmenas se pesaron esa semana y a los 15 días se les administró la primera dosis de Fumidil B y 15 días después otra dosis igual de este medicamento. En el Cuadro 3 aparecen los datos de promedio de precipitación, temperatura y humedad relativa mensual media, registrados en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M., que está muy cercana al Coyol de Alajuela, durante el período en que se llevó a cabo el muestreo y el experimento. El lugar donde se llevó a cabo el experimento se caracterizaba por ser una zona de poca nubosidad, cálida y de moderada precipitación y a su vez la localidad donde se tomó la muestra del inóculo fue en el apiario de Diversificación Agrícola de Turrialba. Esta zona se caracteriza por la alta precipitación, mucha nubosidad y alta humedad relativa. Estas condiciones son óptimas para el desarrollo del esporozoario por las razones anteriormente apuntadas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 1 se observa el resultado del muestreo que se efectuó en varios lugares del Valle Central, con el fin de determinar la presencia de nosemiasis. Solamente en tres de los apiarios visitados se encontró el patógeno, uno de ellos fue en San Joaquín de Flores (centro), en donde se detectó el 24 de noviembre una concentración de 2×10^4 esporas por mm^3 , luego en los otros muestreos no se determinó su presencia; este lugar estaba constituido por 25 colmenas modernas, las que se encontraban en un lugar con poca sombra, cerca de San Joaquín y rodeado de cafetales. En el apiario de Santa Bárbara, en donde se encontró el microorganismo, había mucha sombra y estaba constituido por 40 colmenas. El dueño de este apiario tenía la costumbre de conservar panales muy viejos y oscuros; otra característica de este apiario era que estaba constituido

por colmenas procedentes de diferentes lugares de la zona norte de la ciudad de Heredia; la vegetación que las rodeaba era fundamentalmente de café y árboles de madero negro, entre otros. Aquí se determinó la presencia de este microorganismo en cuatro muestras, la primera fue el 9 de noviembre con una concentración 6×10^4 esporas, la segunda fue el 24 de noviembre con una concentración de 7×10^4 esporas, la tercera

el 9 de diciembre con 12×10^4 esporas y la cuarta el 23 de diciembre con 13×10^4 esporas por mm^3 . En Buena Vista, el colmenar presentaba un clima de temperatura más fresca que los anteriores y a una mayor altura sobre el nivel del mar, constituido por 20 colmenas rústicas, con poca sombra y rodeadas de cafetales. Aquí únicamente se obtuvo una muestra positiva con 0.5×10^4 esporas por mm^3 , el 9 de noviembre

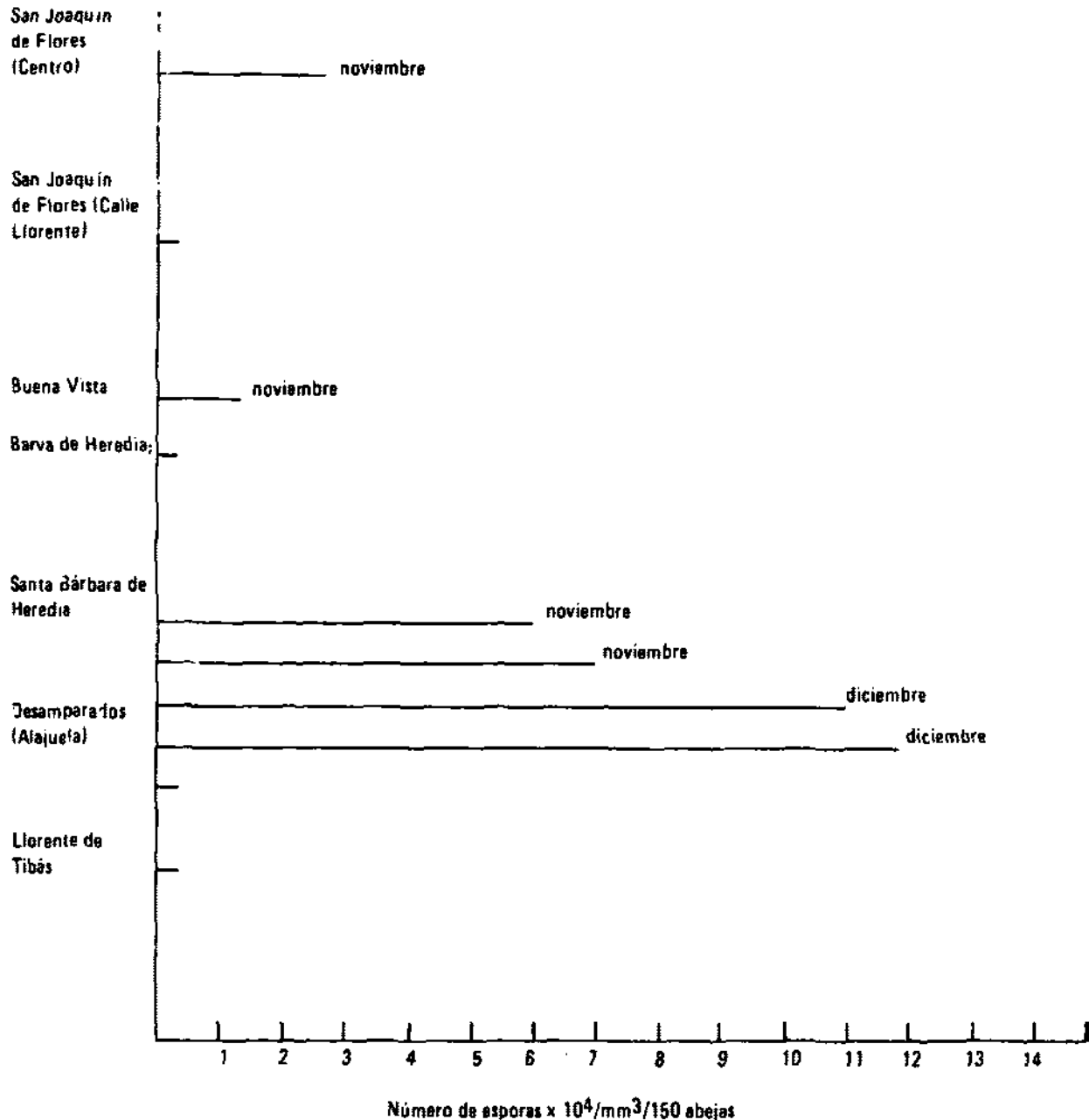


Fig. 1
Concentración de esporas de nosemiasis en apiarios del Valle Central
(Octubre 1980 — Marzo 1981)

No se encontró colmenas infectadas en los apiarios de Desamparados, constituido por 6 colmenas rústicas; el de Barva de Heredia, con 4 colmenas también rústicas; San Joaquín de Flores, con dos colmenas modernas. Todos estos lugares tenían suficiente sombra, los dos primeros se caracterizaban porque sus dueños les proporcionaban muy poca asistencia, mientras que los últimos apiarios sí estaban bien asistidos y además se les suministraba alimentación artificial a base de jarabe de azúcar, cuando se requería. Es muy probable que la presencia de nosemiasis en Santa Bárbara se deba a que este apiario se encontraba con demasiada sombra. Esto concuerda con los estudios ecológicos acerca de la nosemiasis llevados a cabo por El-Bamby (9) en la República Árabe de Libia. Según este autor, el calor acumulado en la colmena como consecuencia de su exposición al sol, tiene un efecto favorable sobre la actividad de cría y de recolección, aún cuando no tenga ningún efecto adverso sobre las esporas. Podría ser que al estar este apiario rodeado de mucha sombra, éste haya sido uno de los factores determinantes en la persistencia del microorganismo durante varias semanas. Burnside y Revell (3) aseguran que la temperatura óptima para el desarrollo de *N. apis* es de 31°C y su desarrollo es retardado cuando la temperatura es la óptima para la postura, esto es, de 33,5 a 35,6°C. Esta es otra explicación para recalcar el efecto que la sombra puede generar en el enfriamiento de las colmenas, o sea estimulando la propagación del esporozoario. Otra posible explicación se debe a que el apicultor no reponía los panales viejos, con lo que se pudo aumentar la concentración del patógeno, además los panales que no estaban en uso se encontraban expuestos al aire y no eran fumigados o simplemente no los sacaba de la colmena, lo que ocasionaba un enfriamiento de la colonia. Los meses en que se registró el mayor número de esporas, coinciden con los de mayor precipitación, la reducción de postura y la disminución de abejas pecoreadoras con lo que es producto de la esca-

lez de néctar y polen durante los meses de setiembre, octubre y noviembre. Esto concuerda con Kostecki (19), quien afirma que el problema central para combatir la nosemiasis y su erradicación, es la de asegurar a las colonias de abejas la cantidad óptima de polen, porque sin él no se puede producir cría, no se forman colonias fuertes y no se logra inmunidad a la nosemiasis. Para Bailey (2), El-Bamby (9) y Moeller (21), el factor precipitación es también muy importante, porque cuando llueve mucho las abejas adultas no salen se contaminan con heces en el interior de la colmena. Esta observación de dichos autores puede ser otra explicación por la que en los meses de octubre y noviembre se favorece la incidencia de la nosemiasis. En cuanto a la forma en que se llevó a cabo el muestreo de esta primera parte del estudio, es muy probable que el sistema empleado no sea el más aconsejable, porque no se hizo en una forma científica. Lo ideal hubiera sido haber tomado una muestra mayor por apiario, sin embargo, se reveló que en algunos apiarios existió la nosemiasis y que conforme disminuyó la lluvia, no se volvió a encontrar esporas, pues en esta época es cuando comienza el flujo de néctar y polen, lo que conlleva a un incremento del número de abejas. Al disminuir las lluvias, la abeja defecará en el exterior de las colmenas, favoreciendo de esta manera la higiene. La recolección de las muestras en estos lugares fue hecha en base a la información brindada por (W. Ramírez, comunicación personal 1980), tomando en cuenta las zonas altas y bajas de los lugares aledaños a la ciudades de Heredia y Alajuela, como también si eran colmenas rústicas modernas. No fue posible ampliar el muestreo, ya que no se contaba con financiamiento adecuado para el transporte, sin embargo la toma de muestras en estos lugares fue satisfactorio para determinar la presencia del esporozoario. Asimismo se determinó que un adecuado manejo de las colmenas en la época lluviosa, es suficiente para que las colmenas se repongan y puedan aprovechar el flujo de néctar.