



**UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO.**

**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.**

**“Estudio en la duda, Acción en la fe.”**



**“DETERMINACIÓN DE NIVELES DE INFECCIÓN DE *Nosema sp.*  
EN COLONIAS DE ABEJAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera*) DE  
LA REGIÓN CENTRO DE YUCATÁN, MÉXICO.”**

**TESIS.**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA.**

**PRESENTA:**

**Sergei Paolo Arévalo Campos.**

**ASESORES:**

**M.C. MARIE IKCHIEND BARTILOTTI CAHERO.**

**DR. WILLIAM DE JESUS MAY ITZÁ.**

**VILLAHERMOSA, TABASCO SEPTIEMBRE DE 2019.**



**UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE  
CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**Asunto:** Autorización de impresión  
de Trabajo Recepcional.

**Fecha:** 03 de septiembre de 2019.

**LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON  
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN Y  
TITULACIÓN DE LA UJAT.  
P R E S E N T E**

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado(a), informo a usted que con base en el artículo 86 del Reglamento de Titulación Vigente en esta Universidad, la Dirección a mi cargo **autoriza** al (la) **C. Sergei Paolo Arévalo Campos**, con matrícula 122C13198, egresado(a) de la Licenciatura de Médico Veterinario Zootecnista de la División Académica de Ciencias Agropecuarias, la impresión de su Trabajo Recepcional bajo la modalidad de Tesis, titulado: "Determinación de niveles de infección de *Nosema spp.* en colonias de abejas africanizadas (*Apis mellifera*) de la región centro de Yucatán, México."

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

**Ph.D. ROBERTO ANTONIO CANTÚ GARZA**  
**DIRECTOR**

**U.J.A.T.**



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE  
CIENCIAS AGROPECUARIAS  
DIRECCIÓN**

C.c.p.- Expediente Alumno.  
Archivo  
Ph.D.RACG/MC.AMA

Miembro CUMEX desde 2008  
**Consortio de  
Universidades  
Mexicanas**  
UNA ALIANZA DE CALIDAD POR LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Km 25, Carret. Villahermosa-Teapa  
Ra. La Huasteca, 2ª sección, 86298, Centro, Tabasco, México  
Tel. (+52 993) 358-15-85 y 142-9150  
Correos electrónicos: [direccion.daca@ujat.mx](mailto:direccion.daca@ujat.mx), [daca.direccion@gmail.com](mailto:daca.direccion@gmail.com)

[www.ujat.mx](http://www.ujat.mx)  
[www.facebook.com/ujat.mx](https://www.facebook.com/ujat.mx) | [www.twitter.com/ujat](https://www.twitter.com/ujat) | [www.youtube.com/UJATmx](https://www.youtube.com/UJATmx)

## CARTA DE AUTORIZACIÓN.

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, para que utilice tanto física como digitalmente la tesis de grado denominada “**DETERMINACIÓN DE NIVELES DE INFECCIÓN DE *Nosema sp.* EN COLONIAS DE ABEJAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera*) DE LA REGIÓN CENTRO DE YUCATÁN, MÉXICO.**” De la cual soy autor y titular de los derechos de autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, de la tesis antes mencionada será única y exclusivamente para difusión, educación y fines sin lucro; autorización que se hace de manera enunciativa mas no limitativa para subirla a la red abierta de bibliotecas digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con los que la universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en este documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco a los 5 días del mes de Septiembre del año 2019.

AUTORIZO



SERGEI PAOLO ARÉVALO CAMPOS.

## **DEDICATORIA.**

Gracias le doy a la vida por permitirme llegar hasta aquí y seguirme dando la oportunidad de crecer personal y profesionalmente.

**Con todo mi cariño y respeto:**

**A MI MADRE: Laura Beatriz Campos Chávez.**

Por todo el apoyo y amor incondicional que me ha demostrado desde el día que nací y que al día de hoy me sigue demostrando, por enseñarme a no rendirme y a dedicar toda mi fuerza e inteligencia a realizar el bien. Que esta tesis represente parte de los frutos que recolecte de la educación que me inculcó desde pequeño.

**A MI ABUELA: Marina Chávez Rosique.**

Quien, a pesar de ya no estar físicamente conmigo, sé que estaría orgullosa de ver al más pequeño de sus nietos convertirse en Médico Veterinario y Zootecnista. Por todas las veces que me vio a punto de rendirme y supo levantarme el ánimo con una sonrisa o una sabia palabra.

**A Elba Doria Luque Espadas.**

Por estar conmigo en los buenos y malos momentos y por siempre alentarme a seguir adelante, por nunca dejar de creer en mí.

A todas las personas que durante mi proceso como estudiante supieron alentarme a siempre seguir aprendiendo y me ayudaron a descubrir mi potencial.

**¡MUCHAS GRACIAS!**

## AGRADECIMIENTOS.

Mi especial agradecimiento a la **M.C. Marie Ikchiend Bartilotti Cahero**, por su dedicación y apoyo durante la realización de este trabajo.

Al **Dr. William de Jesús May Itzá** quien con paciencia y esmero sembró en mí la inquietud y el gusto por trabajar con las abejas, además que supo guiar mi interés hacia la realización de este trabajo y detonó mi gusto por la investigación científica.

Mi agradecimiento al PROGRAMA DE VERANO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA 2016 y 2017 de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, ya que estas experiencias me reafirmaron mi interés en seguir por el camino de la investigación.

Al DEPARTAMENTO DE APICULTURA TROPICAL del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán, por las instalaciones y facilidades prestadas para la realización de este proyecto.

Nuevamente el mayor de mis agradecimientos a mis asesores; **M.C. Marie Ikchiend Bartilotti Cahero** y **Dr. William de Jesús May Itzá**.

A los profesores con los que tuve el privilegio de cursar mis materias, quienes ayudaron a moldear mi criterio profesional y a desarrollar mi pensamiento crítico, así como a todos los profesores que, sin haberme impartido clases, siempre estuvieron para darme un consejo o apoyarme en los obstáculos que encontré durante este camino.

Y a todos mis amigos quienes fueron parte directa o indirectamente de este proyecto, quienes estuvieron para darme una palabra de aliento y siempre creyeron en mí, muchas gracias.

## ÍNDICE.

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
<b>III. ANTECEDENTES.....</b>	<b>4</b>
3.1. Apicultura en México.....	4
3.2. Producción de miel en México.....	5
<b>IV. HIPOTESIS.....</b>	<b>7</b>
<b>V. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
5.1. Anatomía de la abeja melífera.....	8
5.2 Nosemosis.....	11
5.2.1. Etiología.....	11
5.2.2. Epizootiología.....	12
5.2.3. Patogenia.....	14
5.2.4. Signos clínicos.....	16
<b>VI. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>17</b>
<b>VII. RESULTADOS.....</b>	<b>22</b>
<b>VIII. DISCUSIÓN.....</b>	<b>25</b>
<b>IX. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
<b>X. GLOSARIO.....</b>	<b>28</b>
<b>XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>31</b>
<b>XII. ANEXOS.....</b>	<b>34</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICAS Y TABLAS.

Gráfica 1. Prevalencia de <i>Nosema sp.</i> por área de la colmena.....	23
Gráfica 2. Promedio total de esporas por área de la colmena.....	24
Gráfica 3. Prevalencia de <i>Nosema sp.</i> en Apiario “Africano” .....	34
Gráfica 4. Prevalencia de <i>Nosema sp.</i> en Apiario “Escuela” .....	35
Gráfica 5. Prevalencia de <i>Nosema sp.</i> en Apiario “Eulogio”.....	35
Gráfica 6. Prevalencia de <i>Nosema sp.</i> en Apiario “Gallinero” .....	36
Gráfica 7. Prevalencia de <i>Nosema sp.</i> en Apiario “Texan.....	36
Gráfica 8. Prevalencia de <i>Nosema sp.</i> en Apiario “Víctor”.....	37
Gráfica 9. Promedio de esporas de <i>Nosema sp.</i> por área en Apiario “Africano” ...	38
Gráfica 10. Promedio de esporas de <i>Nosema sp.</i> por área en Apiario “Escuela” ...	38
Gráfica 11. Promedio de esporas de <i>Nosema sp.</i> por área en Apiario “Eulogio” ...	39
Gráfica 12. Promedio de esporas de <i>Nosema sp.</i> por área en Apiario “Gallinero” .	39
Gráfica 13. Promedio de esporas de <i>Nosema sp.</i> por área en Apiario “Texan” .....	40
Gráfica 14. Promedio de esporas de <i>Nosema sp.</i> por área en Apiario “Víctor” .....	40
Tabla 1: Grupos de enfermedades que deben ser notificadas de manera inmediata y obligatoria .....	5
Tabla 2. Georreferenciación de los apiarios. ....	17
Tabla No. 3: Parámetros para determinar niveles de infección de <i>Nosema sp.</i> en una muestra .....	20
Tabla 4. Análisis de la Varianza de Un Factor en las tres áreas de la colmena.....	22
Tabla 5. Tabla descriptiva del ANOVA. ....	34

## LISTA DE FIGURAS.

Figura 1. Anatomía del sistema digestivo de la abeja adulta.....	9
Figura 2. Ciclo biológico de <i>Nosema sp.</i> .....	15

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.

## RESUMEN.

*Nosema sp.* es un género de microsporidios que afecta las células epiteliales del intestino medio de la abeja melífera (*Apis mellifera*) y representa un reto para la apicultura por el impacto negativo que causa sobre las colmenas, es por esto que se recomienda realizar su diagnóstico oportuno y constante. Se han descrito diversas metodologías para el muestreo y estudio de *Nosema* en laboratorio. El objetivo de este estudio es determinar el nivel de infección de *Nosema sp.* en colmenas, así como el análisis de posibles diferencias en el número de esporas por abeja de tres áreas de la colmena (cría, tapa y piquera) mediante el conteo por individuo de esporas bajo el microscopio, usando la metodología de Fries (1984). Las muestras fueron recolectadas de los apiarios pertenecientes al Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán; se muestrearon seis apiarios diferentes y de cada apiario se escogieron en promedio 4 colmenas, de las cuales se tomaron 3 muestras de abejas obreras adultas; una primera muestra de abejas perteneciente al área de cría, la segunda muestra se tomó del área de la tapa y la última muestra fue recolectada de la piquera. Los resultados demuestran una diferencia significativa en los niveles de infección dentro de las áreas muestreadas y se determinó que el área de cría presenta menor cantidad de esporas por abeja y menor cantidad de abejas positivas a *Nosema sp.*; por otro lado, en el área de la piquera se encontraron los niveles más altos de esporas por abeja y abejas positivas, por último, en el área de la tapa se encontraron valores superiores a los encontrados en el área de cría, pero inferiores a los que presentan las abejas del área de piquera.

**Palabras clave:** *Nosema sp.*, Nosemosis, Abeja africanizada, *Apis mellifera*.

## ABSTRACT.

*Nosema sp.* It's a genre of microsporidia that affects the epithelial cells of the midgut of the adult honey bees (*Apis mellifera*) and represents a challenge for beekeeping due to the negative impact it causes on hives, therefore it is recommended to make a timely and constant diagnosis. Numerous methodologies for sampling and study of *Nosema* in the laboratory have been described. The purpose of this investigation is to determine the level of infection of *Nosema sp.* in hives, as well as the analysis of possible differences in the number of spores per bee from three areas of the hive (brood, cover and the entrance of the hive) by individual counting of spores under the microscope, according to the methodology of Fries (1984). The samples were collected from the apiaries belonging to the Campus of Biological and Agricultural Sciences of the Autonomous University of Yucatán; six different apiaries were sampled and from each apiary 4 hives on average were chosen, from which 3 samples of adult workers bees were taken; a first sample of bees belonging to the brood area, the second sample was taken from the cover area and the last sample was collected from the entrance of the hive. A significant difference between the infection levels of the three area sampled were found and it was determined that the brood area has less spore per bee and less positive bees to *Nosema sp.*; On the other hand, the highest levels of spores per bee and positive bees were found in the entrance area, and finally, in the area of the cover, higher level of infection than those found in the brood area were found, nevertheless it is lower than that presented by adult bees sampled in the entrance area.

**Keywords:** *Nosema sp.*, Nosemosis, Africanized bee, *Apis mellifera*.

## I. INTRODUCCIÓN.

La apicultura es una actividad que se ha desarrollado a la par del crecimiento de las civilizaciones humanas, desempeñando en primera instancia un papel estrictamente alimenticio, posteriormente en rituales religiosos e incluso en aplicaciones médicas, usando la miel como preventivo en la aparición de enfermedades o antiséptico.

La Organización de las Naciones Unidas para las Agricultura y la Alimentación (FAO) declaró en el año 2016 el 20 de mayo como el día mundial de las abejas, debido al valor que estas tienen sobre la producción alimentaria, ya que se estima que una tercera parte de los alimentos humanos son polinizados por insectos, de entre los cuales destacan las abejas.

Es por esto que las abejas *Apis mellifera* son de gran importancia, ya que además de producir miel, polen, cera y otros productos, también tienen una marcada aportación al medio ambiente mediante la polinización de las plantas silvestres y en la producción de frutos en diversos cultivos agrícolas.

Sin embargo las abejas se encuentran amenazadas por diversos factores como lo son enfermedades, contaminación, los efectos del cambio climático, así como las malas prácticas apícolas y agrícolas, de entre las cuales destaca el uso de monocultivos e insecticidas y semillas transgénicas. Se menciona que la ausencia de las abejas supone dejar de disponer de alimentos como papas, cebollas, fresas, coliflor, pimiento, café, calabazas, zanahorias, manzanas, girasoles, almendras, tomates y cacao. José Graziano da Silva, director de la FAO, mencionó en el año 2016 que "Un mundo sin polinizadores sería un mundo sin diversidad de alimentos, y a largo plazo, sin seguridad alimentaria" y añade que "sin abejas sería imposible alcanzar la meta de un mundo sin hambre".

Guzmán-Novoa y Correa-Benítez (2012) aseguran que “las abejas melíferas, como cualquier otro organismo vivo, son susceptibles a ser afectadas por una variedad de enfermedades que pueden tener un efecto nocivo en el desarrollo y productividad de sus colonias” así como en el aspecto económico, ya que estas disminuyen la producción de miel. Actualmente se conocen más de 20 enfermedades de la abeja melífera, de las cuales menos de 10 son de verdadera importancia económica, una de las que demandan mayor vigilancia en la actualidad es la Nosemosis, causada por los hongos del Reino Fungo, Phylum Microsporidia, Clase Dihaplophasea y género Nosema; *Nosema apis* y *Nosema ceranae*, ambos patógenos microscópicos (Fries, 2006).

Las abejas *Apis mellifera* son las de mayor importancia económica dentro del género *Apis* y se han extendido a todo el mundo desde su lugar de origen en Europa y África y junto con ellas se ha diseminado la Nosemosis, una enfermedad del tracto digestivo de las abejas provocada por el hongo *Nosema apis* y *Nosema ceranae* (Klee *et. al*, 2007)

La Nosemosis es una enfermedad de importancia económica debido a su capacidad de mermar la producción de miel e incluso de eliminar poblaciones enteras de abejas. En el presente trabajo se estudiará la prevalencia de esta enfermedad dentro de las colmenas, igualmente se analizará si existe diferencia entre los niveles de infección entre abejas obreras del área de cría, obreras del área de la tapa y obreras pecoreadoras.

## II. OBJETIVOS.

### 2.1 Objetivo general.

Determinar los niveles de infección de *Nosema sp.* en abejas pecoreadoras y en obreras del interior del nido de colonias de *Apis mellifera* africanizadas.

### 2.2. Objetivos específicos.

- Identificar el nivel de infección por *Nosema sp.* en obreras del área de cría, obreras de la tapa de la colmena y en las obreras pecoreadoras.
- Analizar la diferencia en los niveles de infección de *Nosema sp.* entre grupo de obreras pecoreadoras, obreras del área de cría y obreras del área interna de la tapa de las colmenas.
- Cuantificar el porcentaje de abejas infectadas con *Nosema sp.* en las muestras de pecoreadoras tomadas de la entrada de la colonia, en obreras del área de cría y en la parte interna de la tapa de las colmenas.

### III. ANTECEDENTES.

#### 3.1. Apicultura en México.

En México las abejas *Apis mellifera* fueron introducidas a raíz de la colonización del país por los españoles, entre los siglos XVI a XVIII d.C. (Valadéz, 2004), ya que, aunque en la zona maya del país se practicaba la crianza de abejas desde la época prehispánica, esta se realizaba con abejas del género *Melipona*, pero debido a que las abejas melíferas tienen mayor productividad, las meliponas, o abejas sin aguijón, fueron sustituidas por los españoles y se extendió la crianza de abejas melíferas por el territorio mexicano, favorecido en parte a su mayor adaptabilidad a diversas regiones climáticas.

Se conocen más de 20 enfermedades que afectan a las abejas melíferas (*Apis mellifera*), sin embargo, menos de 10 representan una verdadera amenaza para estos organismos (Guzmán, 2012). En México se presentan diferentes afecciones, que son causadas por diversos agentes causales como lo son ácaros (Varroasis, Acariosis), bacterias (Loque Americana y Loque Europea), hongos (Nosemosis, Cría de Cal y Cría de Piedra) y virus (Cría Ensacada y Parálisis). Aunado a estas 9 enfermedades también se debe prestar atención en lo sucesivo al pequeño escarabajo de la colmena (*Aethina tumida M.*), así como diversas plagas que pueden afectar a las colonias, como las polillas de cera, hormigas y moscas.

Según el acuerdo mediante el cual se enlistan las enfermedades y plagas exóticas y endémicas de notificación obligatoria en los Estados Unidos Mexicanos, citado por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Social (SAGARPA) en 2015, en México se consideran tres grupos de enfermedades que deben ser notificadas de manera inmediata y obligatoria (Tabla 1).

**Tabla 1: Grupos de enfermedades que deben ser notificadas de manera inmediata y obligatoria de acuerdo a la SAGARPA (2015).**

Grupos	Enfermedades	Referencia
Enfermedades y Plagas Exóticas de notificación inmediata obligatoria en México	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acariosis.</li> </ul>	Acuerdo mediante el cual se enlistan las enfermedades y plagas exóticas y endémicas de notificación obligatoria en los Estados Unidos Mexicanos, citado por SAGARPA (2015).
Enfermedades y Plagas Endémicas de notificación inmediata obligatoria en México	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nosemosis</li> <li>• Loque Americana</li> <li>• Loque Europea</li> <li>• Varroasis</li> </ul>	
Enfermedades y Plagas Endémicas de notificación mensual obligatoria en México	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspergilosis</li> <li>• Ascosferosis</li> </ul>	

En México se registró por primera vez la Nosemosis en el año 1965 en el Distrito Federal, según Fregoso Arriola y para el año 1983 se determinó que *Nosema apis* se encontraba presente en 3.2% de las muestras de apiarios comerciales en el estado de Yucatán (Tapia-González *et. al*, 2017).

### **3.2. Producción de miel en México.**

Con base en los datos proporcionados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2018), en el año 2017 la producción nacional alcanzó las 50 mil 955 toneladas de miel, donde noviembre y diciembre fueron los meses de mayor producción, con nueve mil 477 y ocho mil 48 toneladas de miel producidas a nivel nacional, respectivamente.

Durante el año 2017 los estados de mayor producción de miel en el país son: Jalisco (5,814.8 ton.), Chiapas (5,324.21 ton.), Veracruz (4,707 ton.), Yucatán (4,350.8 ton.) y Oaxaca (4,077.74 ton), según los datos extraídos del Anuario Estadístico de la Producción Ganadera del año 2017 del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

La producción de miel en el país se mantuvo a la baja entre 1999 y 2012 (Magaña *et. al*, 2016). Dentro de las causas de esta disminución se consideró a la africanización de las colmenas, la presencia de enfermedades como la Varroasis, la Nosemosis y fenómenos naturales como los huracanes.

Por otra parte, según los datos obtenidos de SAGARPA en 2017, la buena calidad de la miel y los elevados volúmenes de producción interna son, entre otros aspectos, condiciones que le dan al país su vocación exportadora. Dentro de los países destino de la miel producida en México se encuentran Alemania, Inglaterra Suiza, Arabia Saudita y USA; dichas exportaciones generan un ingreso promedio anual de 55 millones de U.S. Dólares, lo que confirma que la apicultura es una importante fuente de divisas. (SAGARPA, 2009).

#### **IV. HIPÓTESIS.**

No existe diferencia en los niveles de infección de *Nosema sp.* entre las obreras recolectoras, las obreras del área de cría y las obreras del área interna de la tapa de la colonia, así como tampoco se encuentran diferencias en el porcentaje de obreras positivas a la Nosemosis entre las muestras analizadas.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.

## V. MARCO TEÓRICO.

### 5.1. Anatomía de la abeja melífera.

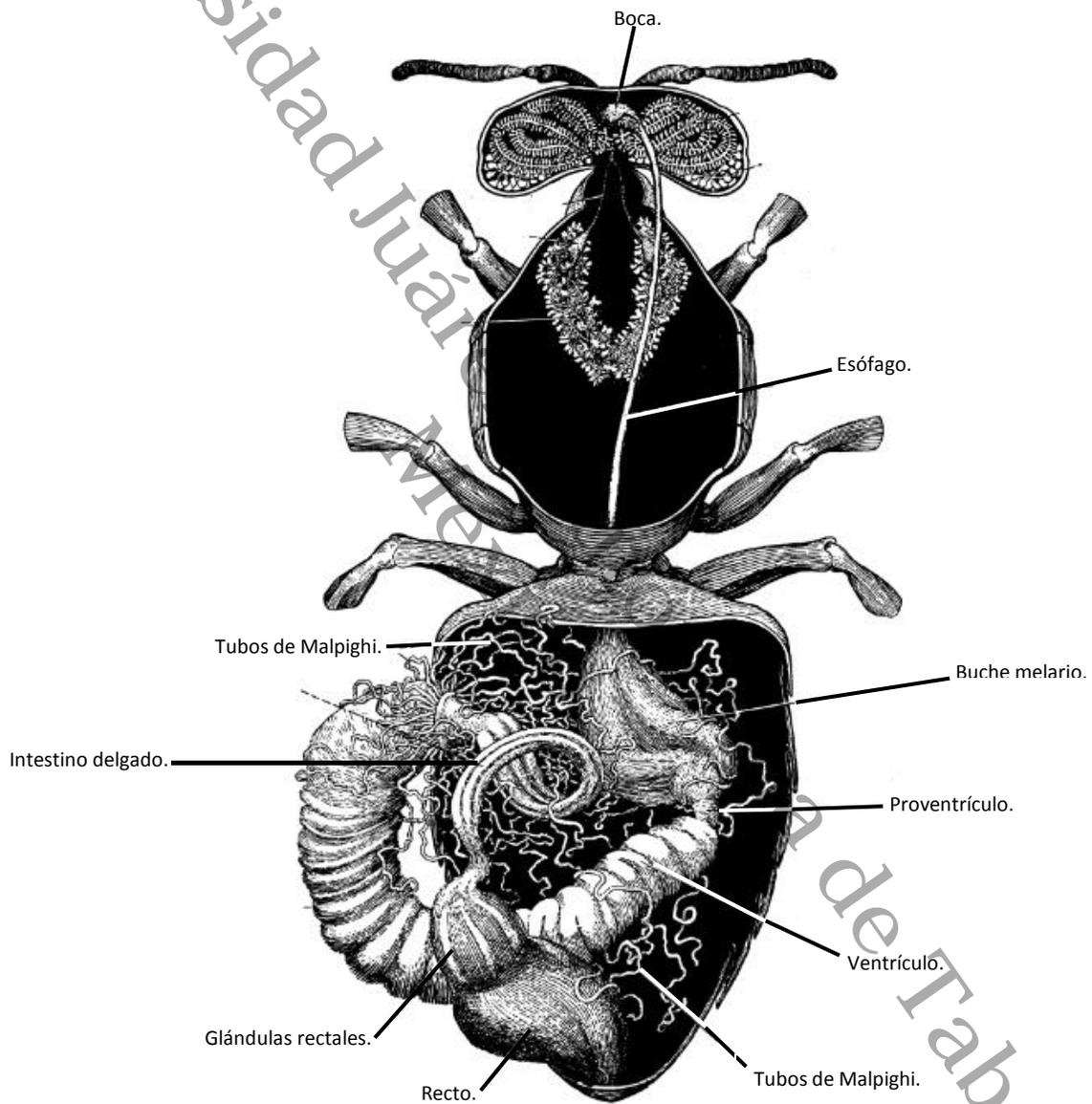
La abeja *Apis mellifera* lleva una vida altamente especializada, se encuentra provista de mecanismos y accesorios que le permiten llevar a cabo actividades tales como incubación, alimentación de otras abejas, limpieza, ventilación, protección de la colmena y producción de cera, entre otras. Una diferencia notable entre la abeja melífera y el resto de los insectos es la densa capa de pelos con las que está cubierto su cuerpo (Dadant, 1975).

En la cabeza del insecto se encuentran los ojos, las antenas y los órganos de alimentación, esta área se encuentra unida a la próxima división del cuerpo, el tórax, por un cuello firme y flexible. El tórax y el abdomen están constituidos por una serie de anillos, llamados segmentos. El tórax de la abeja, a diferencia de la mayoría de los insectos, está constituido por cuatro segmentos denominados como el protórax, mesotórax, metatórax y el propodéo. El tórax está unido al abdomen por medio de una estructura conocida como pedúnculo (Dadant, 1975).

De manera general, la abeja, como los demás insectos presenta sistemas y estructuras similares, como lo son el sistema nervioso, reproductivo y locomotor, pero debido a que el presente trabajo se centrará en la determinación de los niveles de infección de *Nosema sp.* el cual afecta al sistema digestivo de las abejas, es conveniente ahondar en las estructuras que componen dicho sistema, a fin de poder entender con mayor claridad la importancia de dicho microsporidio.

El sistema digestivo de la abeja (Fig. 1) es un tubo que se extiende a lo largo de la abeja iniciando en la boca, atravesando el tórax hasta llegar al abdomen. La boca es una estructura que está situada en la pared baja de la cabeza, esta se abre en una cavidad de la bomba de succión. La punta superior de la bomba se afina en el esófago, que es una estructura delgada de forma tubular, con paredes musculares que hace recorrer el alimento desde la boca al abdomen, atravesando

el cuello y el tórax; en la punta delantera del abdomen se alarga formando un saco de paredes finas, conocido como el estómago de miel o buche melario, debido a que el uso que le da la abeja es el transporte de néctar, miel y agua (Dadant, 1975).



**Figura 1. Anatomía del sistema digestivo de la abeja adulta. FUENTE: SNODGRASS (1910)**

Posterior de esta porción se encuentra el proventrículo, que es un estrechamiento del canal con paredes rígidas, el cual funciona como aparato regulador que controla la entrada del alimento al estómago (Snodgrass, 1910). Su extremo delantero sobresale como un grueso tapón hacia dentro del buche melario e inmediatamente se encuentra el ventrículo o estómago verdadero, que es un saco alargado, grueso y cilíndrico que generalmente forma una curva en forma de S, donde se realiza la digestión y absorción del material alimenticio. Sus paredes densas de forma circular interiores están compuestas por una gruesa capa celular que tiene numerosos pliegues cruzados, lo cual aumenta la extensión de la superficie digestiva, además que permite su expansión. Fuera de la pared celular se encuentran una capa de fibras de músculos circulares que se encuentran recubiertos por fibras en forma longitudinal. Dentro del estómago se encuentra una membrana peritrófica muy fina e irregular que forman una capa alrededor de la masa de alimentos. La capa celular de la pared del ventrículo segrega jugos gástricos y enzimas; el producto de la digestión atraviesa la fina membrana peritrófica y es llevado a través de la pared del estómago directamente a la hemolinfa del insecto (Dadant, 1975).

A continuación del ventrículo se encuentra el intestino delgado y posteriormente la última sección que es el recto o ampolla recta. El intestino delgado puede encontrarse enroscado en diversas formas; y el recto, puede presentar forma de pera y este a su vez contiene en la porción anterior las glándulas rectales, que son unas bandas de color blanquecino (Snodgrass, 1910). El intestino delgado generalmente es una vía de paso del material de desperdicio y para la absorción de agua y el recto es una cámara de depósito para la retención de materia fecal, hasta que pueda ser evacuada fuera de la colmena (Dadant, 1975).

En la unión del intestino delgado con el ventrículo se encuentra un gran número de tubos largos, con una forma parecida a hilos, que se conocen como tubos de Malpighi, que funcionan como órganos de excreción que eliminan los residuos del metabolismo de la hemolinfa, incluyendo sustancias nitrogenadas como las

sales. Estos tubos recorren un trayecto muy largo dentro de la cavidad del cuerpo, donde son bañados directamente por la hemolinfa. Los productos que se descargan al intestino son eliminados junto con los residuos de los alimentos.

Finalmente el sistema digestivo llega al exterior a través del ano, el cual se encuentra ubicado en el último segmento del abdomen de la abeja (Snodgrass, 1910).

## **5.2. Nosemosis.**

La Nosemosis o Nosemiosis es una parasitosis infecciosa causada por dos especies de hongos de la clase Microsporidia, *Nosema apis* y *Nosema ceranae*. Es considerada una de las enfermedades más importantes en las abejas adultas, puesto que afecta obreras, reina y zánganos por igual.

Esta enfermedad fue descrita por primera vez por el científico alemán Enoch Zander en el año 1909 y lo describió como un parásito que infecta el epitelio intestinal de las abejas melíferas y lo denominó como *Nosema apis*, sin embargo la primera observación registrada de este patógeno fue realizada en 1857 por los científicos Dönhoff y Leuckart (Fries, 1997).

### **5.2.1 Etiología.**

Los agentes causantes de la Nosemosis son los hongos *Nosema apis* y *Nosema ceranae*, estas dos especies se encuentran clasificadas taxonómicamente dentro del Reino Fungi y la Clase Microsporidia y, como todos los miembros de esta clase, presentan un comportamiento parasitario obligado, puesto que solo vive y se reproduce dentro de las células epiteliales del ventrículo de las abejas. Su principal característica es la formación de esporas, las cuales actúan como su estadio de resistencia (Guzmán, 2012).

Los miembros de la clase Microsporidia son los protozoarios patógenos más importantes debido a que tienen un impacto negativo en la producción de insectos, como las abejas (Fries, 1997).

Las esporas tienen la forma de corpúsculos ovalados con unas medidas aproximadas de 4 a 6  $\mu$  de largo por 2 a 4  $\mu$  de ancho. Dichas esporas contienen un esporoplasma donde se ubica la forma vegetativa del parásito, la cual posee 2 núcleos y un filamento, que se conoce como filamento polar, el cual se encuentra enroscado y es 70 veces más largo que la espora (Guzmán, 2012). La espora dispone de un micrópilo, el cual se encuentra en uno de sus polos, este micrópilo realiza la función de permitir la salida de la forma vegetativa a través del filamento polar (Guzmán, 2012).

La supervivencia de la espora está directamente relacionada a las condiciones en las que se encuentre, ya que, aunque pueden permanecer viables por muchos meses en heces secas sobre los panales, igualmente pierden su viabilidad si se exponen a temperaturas superiores a 40° C, inferiores a 0° C o a fumigantes como el ácido acético al 80% (Guzmán, 2012).

### **5.1.2. Epizootiología.**

La Nosemosis es considerada la enfermedad de las abejas con el mayor grado de distribución a nivel mundial, esto debido a que se ha reportado su presencia en todos los países donde se practica la apicultura (Fries, 2013). A pesar de presentarse en una vasta variedad de climas, se cree que la enfermedad tiene mayor impacto en zonas con clima templado, debido a que las abejas tienen periodos prolongados de encierro (Fries, 1997).

En 1994, se detectó por primera vez el microsporidio *Nosema ceranae*, en abejas asiáticas de Beijing, China (Fries, 1996) y, aunque dicho microsporidio compartía características morfológicas con *N. apis* al ser examinadas bajo el microscopio, se determinó la diferencia genómica debido a divergencias en la subunidades del RNA ribosomal (Klee et, al. 2007).

Hasta el 2006 se creía que las abejas melíferas solo se veían afectadas por la presencia de *N. apis*, sin embargo, *N. ceranae* fue descrito por primera vez de manera natural en muestras de abejas melíferas en Taiwan (Huang et. al, 2006)

Esta enfermedad se conoce en México desde la década de los 60's (Novoa, Benítez, 2012) publicándose los primeros estudios en muestras recolectadas del sureste mexicano por Guzmán-Novoa (1980).

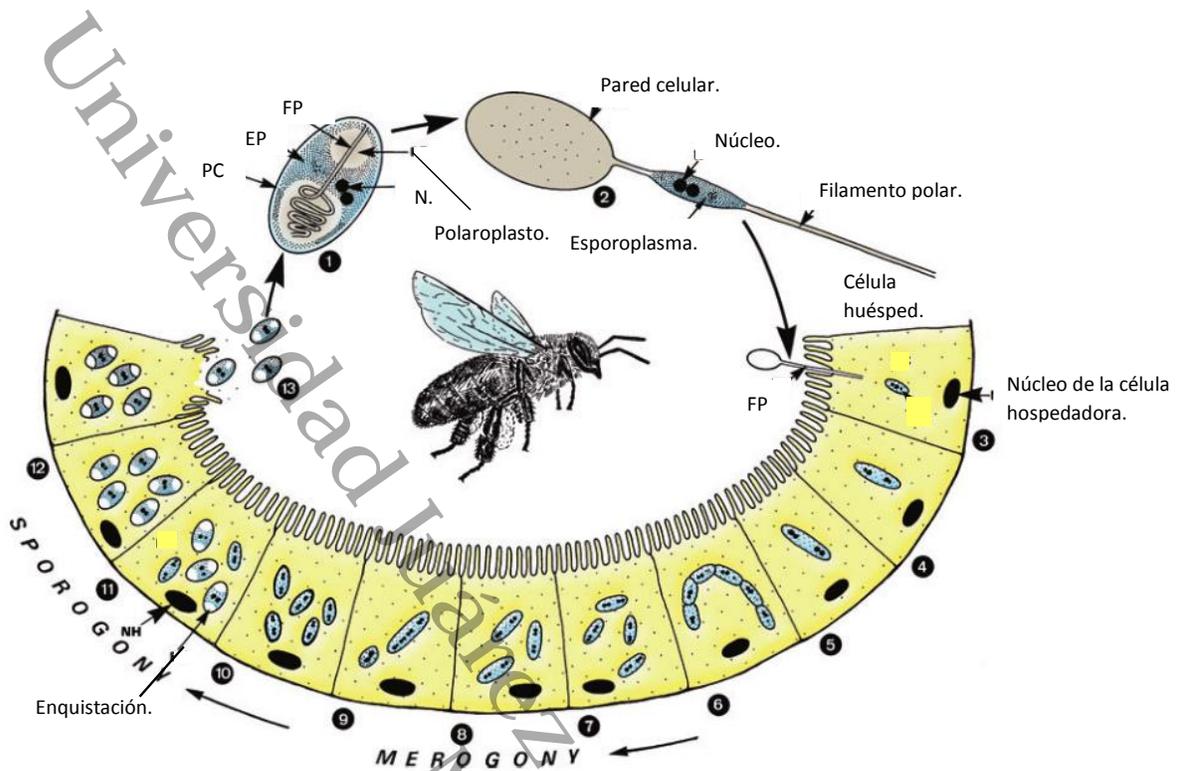
Se cree que *Nosema* produce mayor impacto en climas templados debido a los largos periodos de encierro al que se someten las abejas, En México no se considera una enfermedad de gravedad debido al clima cálido que predomina, según Wilson y Nunamaker (1983) citados por Fries (2013). Sin embargo, se debe mencionar que la información referente a la distribución e impacto de la Nosemosis en climas tropicales y subtropicales es escasa (Fries, 2013).

Existen ciertas condiciones que facilitan la transmisión de la Nosemosis, entre las que se encuentran los panales contaminados con excretas de abejas infectadas, el empleo de equipo contaminado en las colmenas, el pillaje y la adquisición de reinas de un criadero enfermo, sin embargo, el agua de las flores y vegetación contaminada no han demostrado ser factores de importancia en la difusión de la enfermedad (Guzmán, 2012).

### 5.2.3. Patogenia.

En periodos de encierro, como época de lluvia, frío o vientos, cuando las abejas no pueden salir de su colmena por varias semanas o meses, defecan sobre los panales contaminándolos con esporas, en caso de estar infectadas. Los panales son limpiados por obreras jóvenes, las cuales adquieren la enfermedad; las reinas, a su vez, se contaminan al consumir jalea real proporcionada por abejas nodrizas enfermas y los zánganos se infectan cuando reciben alimento de las obreras por medio del mecanismo conocido como trofalaxia, que consiste en un método de alimentación de boca en boca (Guzmán, 2012).

El ciclo biológico de *Nosema* (Fig. 2) se completa en aproximadamente de 7 días y se caracteriza por la formación de esporas que constituyen el estadio inicial y final del ciclo y que a su vez funge como el vehículo para la diseminación de la enfermedad. Posterior a su ingestión, las esporas llegan al ventrículo o estómago verdadero de la abeja, donde las secreciones gástricas provocan un aumento en la presión osmótica en el interior de las esporas, lo que facilita la apertura del micrópilo por donde sale el filamento polar que se fija a la pared de la célula epitelial (Guzmán, 2012). El filamento polar es un tubo con luz, que inyecta la forma vegetativa o filamentosa de *Nosema*, al interior de la célula epitelial. Dentro de la célula, el parásito pasa al estadio de planonte, el cual se alimenta y se reproduce en la célula; posteriormente pasa al estadio de meronte, para después pasar al de esporoblasto y finalmente al de espora. La célula epitelial es destruida por lisis una vez que está llena de esporas y estas son liberadas al lumen del tracto digestivo. Algunas esporas liberadas, germinan e infectan a otras células epiteliales adyacentes, mientras que otras pasan al recto donde se acumulan para ser liberadas con las heces (Guzmán, 2012).



**Figura 2. Ciclo biológico de *Nosema* sp.** FUENTE: MEHLHORN (2007) FP= Filamento Polar. EP= Esporoplasma. PC= Pared Celular. N= Núcleo.

En caso de que la infección de las células epiteliales no cese por mejoría o tratamiento, las abejas presentarían inhibición de las funciones digestivas con un subsecuente debilitamiento y muerte prematura por inanición. *Nosema* puede pasar del tracto digestivo a otros órganos como los túbulos de Malpighi, tejido adiposo, músculos torácicos, glándulas hipofaríngeas y ovarios, causando disfunciones en todos estos órganos (Guzmán, 2012). Las abejas obreras infectadas disminuyen o cesan la producción de jalea real, mientras que la reina reduce su postura o sus huevos son menos viables, como consecuencia se percibe una reducción de la población de abejas, baja producción y en casos severos pérdida de la colonia.

#### 5.2.4. Signos clínicos.

La Nosemosis se caracteriza por la presencia de obreras temblorosas o muertas alrededor de la colmena, igualmente se pueden presentar abejas con el abdomen dilatado y materia fecal de color café en la piquera (Fries, 2013). En colonias que presentan una infección severa se presenta una disminución en la producción de huevos y larvas, según Bailey (1995) citado por Fries (2013), esto se debe al decremento de las glándulas hipofaríngeas en abejas infectadas, como menciona Lotmar (1936, 1939) citado por Fries (1997)

Cuando la reina se infecta su capacidad de postura de huevos disminuye debido a la degeneración de los ovarios, según Fyg (1945), Hassanein (1951) y Liu (1992), citados por Fries (1997), esto provoca que la abeja reina sea reemplazada.

Se han mencionado alteraciones fisiológicas en las abejas debido a la infección por *Nosema*, como son la reducción en la capacidad de almacenar proteínas en la grasa corporal (Lotmar, 1939), la alteración de la composición de los ácidos grasos de la hemolinfa (Tomaszewska, 1979), así como en el resto del cuerpo (Roberts, 1968). Por último, las células *corpora allata* también se ven afectadas (Liu, 1986), lo que produce una alteración en la regulación hormonal y en el comportamiento de las abejas infectadas, ya que se ha descrito que obreras con presencia de *Nosema* empiezan a pecorear a una edad temprana, en comparación con las que se encuentran sanas (Hassannein, 1953).

Fries (2013) asegura que en climas templados las colonias con una infección avanzada o severa tienen un decrecimiento en la cría de abejas y presentan un crecimiento desacelerado de la colonia, particularmente en primavera.

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS.

### Ubicación.

El presente trabajo se llevó a cabo en los apiarios experimentales del Departamento de Apicultura del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CCBA), de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), ubicado en el km 15.5 de la carretera Mérida-Xmatkuil, en el estado de Yucatán.

En la siguiente tabla se muestra la georreferenciación de cada apiario ordenado alfabéticamente. Los datos se registraron a la entrada de los apiarios, con un GPS de exploración eTrex 10, color amarillo, marca Garmin.

Tabla 2. Georreferenciación de apiarios.

Apiario	Coordenadas geográficas	
	En Grados, Minutos y Segundos (GMS).	En Grados Decimales (GD).
Africano	20°51'51.7" N 89°36'44.4" W	20.864361 -89.612333
Escuela	20°51'5.3" N 89°36'47.8" W	20.851472 - 89.613277
Eulogio	20°49'44.1" N 89°40'30.7" W	20.828916 -89.675194
Gallinero	20°52'15.8" N 89°40'25.5" W	20.871055 - 89.67375
Texan	20°48'19.6" N 89°39'17.4" W	20.805444 -89.654833
Victor	20°48'55.9" N 89°38'53.5" W	20.815527 -89.648194

### **Clima del área de estudio.**

El tipo de clima que se presenta en la zona es del tipo Aw<sub>0</sub> (i) (g) (Orellanas *et.al*, 2010), el cual es cálido, con lluvias en verano, presentando un porcentaje de regular a bajo en el índice de lluvias invernales, con poca oscilación térmica y presentando un máximo de temperaturas previo al solsticio de verano.

### **Procedimiento experimental.**

Las muestras de abejas para este estudio fueron recolectadas de 6 apiarios de abejas africanizadas en los meses de Septiembre a Octubre.

De cada colmena se tomaron muestras del área de cría, de la zona interior de la tapa y de las abejas pecoreadoras que retornaban del campo, ubicadas en la piquera.

Cada muestra fue colectada en un frasco con alcohol al 70% para su conservación y cada uno contenía un aproximado de 250 a 300 abejas.

### **Toma de muestra.**

Después de seleccionar la colmena a muestrear se procedió a aproximarse a ésta evitando posicionarse frente a la entrada de la misma para no obstruir la línea de vuelo de las abejas y previo a levantar la tapa se aplicó humo a la colonia, igualmente se aplicó de manera intermitente durante todo el procedimiento de muestreo para mantener controlada la colonia. Posteriormente se sacó el panel de cría con ayuda de la espátula y, previo a recolectar a las abejas, se revisó que no se encontrara la reina en el panel, esto con el fin de evitar dejar huérfana a la colmena. Después de confirmar que en el panel seleccionado no se encontraba la reina se procedió a la toma de la muestra, esto con la ayuda de un frasco de plástico (250 ml) lleno hasta la mitad con alcohol al 70% y realizando un movimiento de arriba hacia abajo con el frasco abierto cerca del panel pero sin tocarlo, para que las obreras caigan al interior del frasco.

Finalmente las muestras se trasladaron al Laboratorio de Sanidad Apícola del CCBA para su registro y posterior análisis.

### **Diagnóstico de *Nosema sp.***

La manera más común de determinar el promedio de esporas es usando un hemocitómetro, tal y como se menciona en la metodología de Cantwell (1970) modificada por Fries (1984). La cual explica que se debe realizar un macerado de 60 abdómenes en un mortero con pistilo y 1 ml de agua destilada por abeja, posteriormente se colocan dos gotas de la mezcla sobre la cámara de Neubauer o hemocitómetro y se procede a contar el total de esporas encontradas dentro de la cámara.

Sin embargo, si se requiere tener mayor precisión en el conteo, así como la proporción de abejas infectadas, se determina analizando individualmente abejas de la muestra tomada. Para determinar la proporción de abejas infectadas dentro de una colonia se debe de hacer un examen individual de las abejas siguiendo la metodología propuesta por Fries (2013), en la cual se separa el ventrículo y el abdomen de cada abeja, para esto se utilizan fórceps para sostener los segmentos dorsales y ventrales, a continuación se jala la porción posterior del canal alimenticio. Después se macera el ventrículo utilizando un mortero con pistilo y finalmente se busca la presencia de esporas con la ayuda de un microscopio compuesto.

El nivel de infección se determinará de acuerdo a los parámetros propuestos por Jaycox (1990) que se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla No. 3: Parámetros para determinar niveles de infección de *Nosema sp.* en una muestra. (Jaycox, 1990)**

<b>Intensidad de la infección.</b>	<b>No. de esporas (millones) por abeja.</b>
Nula	Menos de 0.01
Muy ligera	0.01 – 1.00
Ligera	1.00 – 5.00
Regular	5.00 – 10.00
Semi severa	10.00- 20.00
Severa	Más de 20.00

### **Análisis de laboratorio.**

Para determinar el nivel de infección se utilizaron pruebas de laboratorio siguiendo la metodología de Fries (2013) en la cual se analizó de manera individual la cantidad de esporas por abeja.

De cada frasco se tomaron 25 individuos los cuales fueron analizados de la siguiente manera:

- Se separó el abdomen del resto de la abeja.
- Para diseccionar el intestino se sujetó el abdomen con unas pinzas de disección mientras con otras pinzas se retiró lentamente la parte posterior del sistema digestivo.
- Se depositó el intestino en el mortero y se adicionó 1ml de agua destilada por abeja.
- Se maceró durante un minuto.
- Se esperó a que la muestra se sedimente, debido a que las esporas flotan sobre la solución y así fue más sencillo recolectarlas, evitando contaminantes como polen o restos de tejido a la muestra al momento de su observación al microscopio compuesto.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.

- Se agregaron dos gotas del macerado a la cámara de Neubauer.  
(aproximadamente unos 10  $\mu$ l)
- Se posicionó la cámara de Neubauer sobre el microscopio y usando el aumento 40x se procedió a contar el número de esporas.

## VII. RESULTADOS.

Se muestrearon 1,650 abejas distribuidas en tres áreas de la colmena: Cría, Tapa y Piquera. Registrándose 550 muestras en cada una de las áreas, las cuales fueron analizadas de manera individual bajo la metodología de Cantwell (1970), modificada por Fries (1984), con el fin de identificar si existen diferencias significativas en los niveles del microsporidio *Nosema sp.* entre las tres áreas de la colmena y dentro de las mismas.

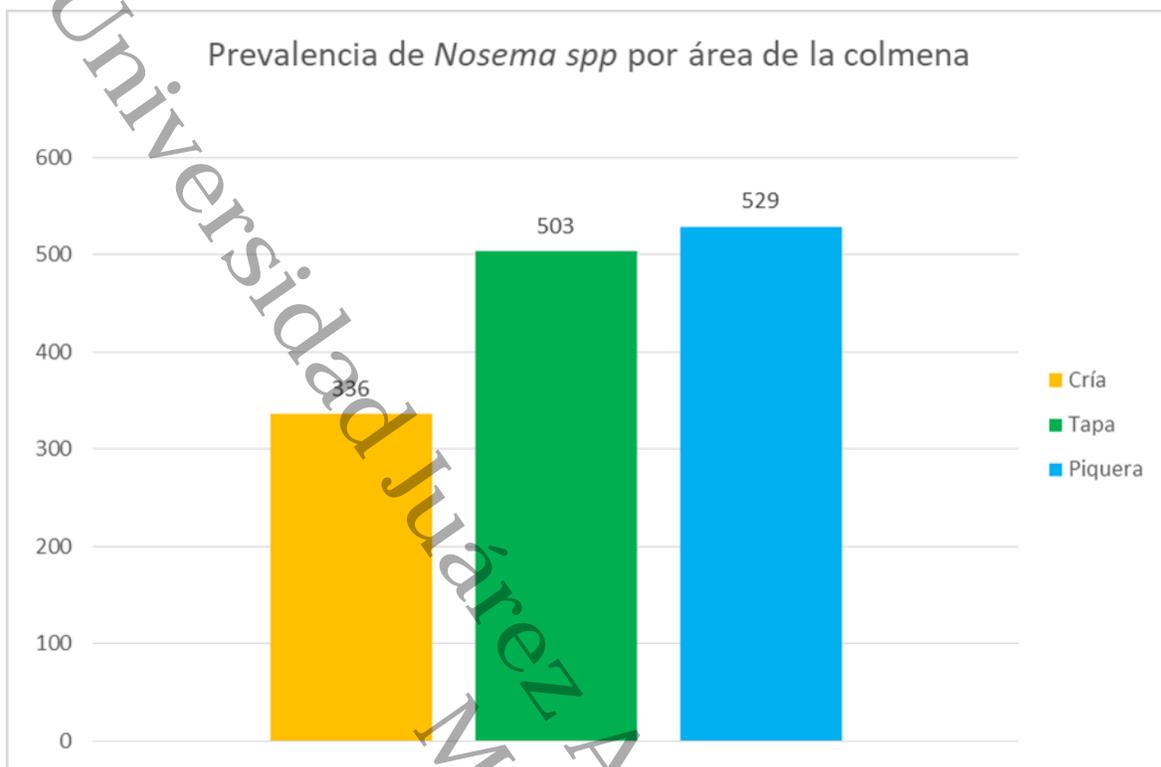
Los resultados obtenidos se analizaron mediante un análisis de la Varianza en el programa de análisis estadístico Statistical Package for the Social Sciences (por sus siglas en Inglés SPSS), Versión 23. En dicho análisis se observa una diferencia significativa en los niveles de esporas de *Nosema sp.* ; entre los tres distintos grupos de abejas de las distintas áreas de la colmena (Ver Tabla 3). Igualmente, se presenta una diferencia significativa dentro de cada área.

### ANOVA

**Tabla 4. Análisis de la Varianza de Un Factor (ANOVA) en las tres áreas de la colmena.**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1.281E8	2	64044947.812	45.107	.000
Intra-grupos	2.338E9	1647	1419834.486		
Total	2.467E9	1649			

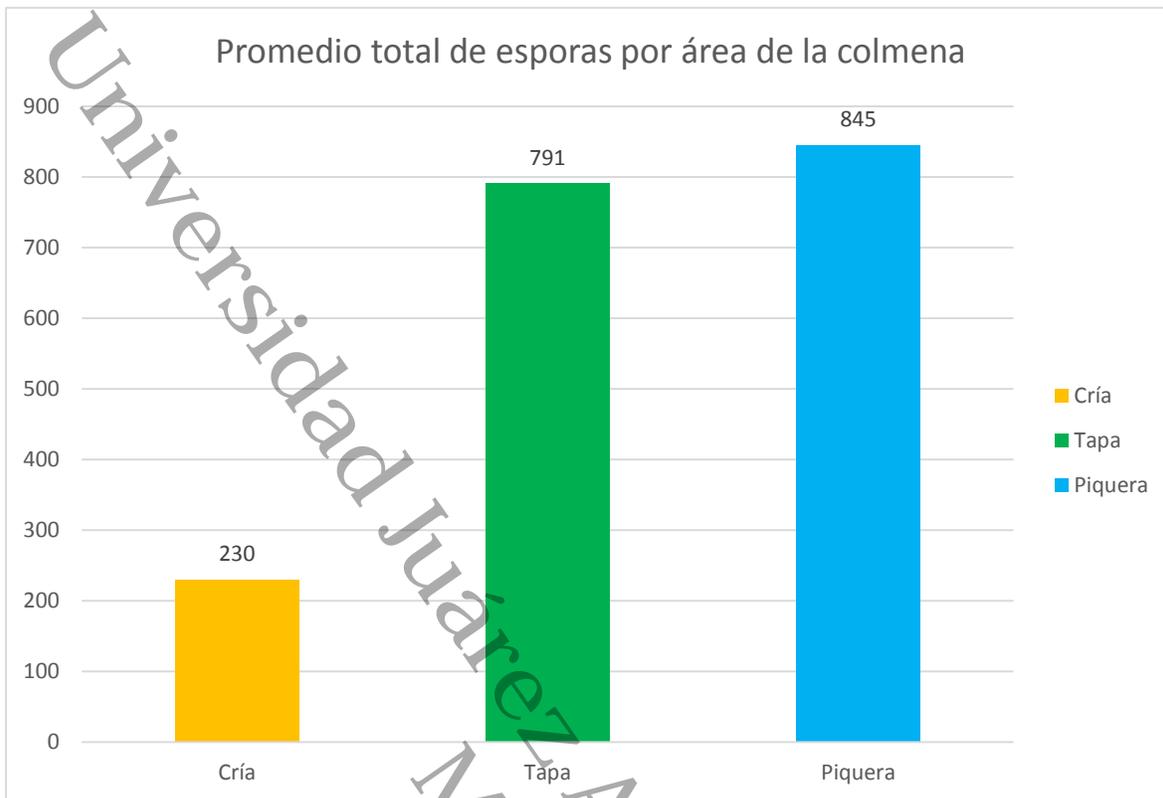
De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que en el área de cría se encontraron positivas el 61% (336) del total de abejas muestreadas. En el caso del área de tapa, se encontró que el 91% (503) de las abejas analizadas, tuvieron presencia de esporas. Finalmente en el área de la piquera presenta mayor porcentaje de abejas positivas a *Nosema sp.*, ya que del total de abejas muestreadas en dicha área, el 96% (529) de los individuos presentó esporas al momento de observarlas al microscopio (Ver grafica 1).



**Gráfica 1. Prevalencia de *Nosema sp.* por área de la colmena.**

Considerando los resultados obtenidos por apiario (Ver Anexo B) se observó una mayor presencia de esporas en las abejas muestreadas del área de la tapa (0 a 9,447 esporas por individuo). Mientras que aquellas recolectadas del área de cría resultaron con valores menores (0 a 4,603). Las abejas del exterior de la colmena presentaron valores entre 0 y 7,386 esporas.

Adicionalmente al número de abejas positivas al microsporidio, se evaluó el promedio de esporas por área de la colmena (Ver Gráfica 2.). Se encontró en las abejas del cría un promedio de 231, siendo el valor más bajo. Mientras que el área de la tapa se ubica con un promedio de 791 esporas y finalmente el promedio total del área de la piquera es de 845 esporas, siendo este último el valor más elevado.



**Gráfica 2. Promedio total de esporas por área de la colmena.**

## VIII. DISCUSIÓN.

Este estudio demuestra la presencia de abejas con distintos niveles de infección de *Nosema* dentro de las diferentes áreas de la colmena. También se encuentra que del total de abejas muestreadas, las abejas del área de cría presentan menor prevalencia que las obreras pecoreadoras, esto se debe a la edad de las abejas, como mencionan Jack *et. al* (2016) y Smart y Sheppard (2012) en sus estudio sobre prevalencia e intensidad de la infección de *Nosema* en abejas melíferas de diferentes edades, donde también se menciona que se ha encontrado mayor prevalencia en abejas pecoreadoras que en las abejas obreras al interior de la colmena.

Otro factor, que junto a la edad de las abejas, contribuye a una menor presencia del microsporidio en obreras del área de cría es el tiempo que le toma al patógeno para realizar su ciclo biológico completo en el interior del enterocito del individuo infectado, siendo este de 21 días como menciona Guzmán-Novoa y Correa-Benítez (2012), ya que las abejas obreras aun no tienen suficientes días de nacidas, que son de 8 a 11 días según Smart y Sheppard (2012), para mostrar las esporas en la luz del intestino.

En México se han realizado pocos estudios que determinen si las precipitaciones, temperatura y altura de las regiones donde se practica la apicultura tienen alguna correlación con los niveles de infección de *Nosema*. Tapia-González (2017) determinó en un estudio realizado en el estado de Jalisco que los factores anteriormente mencionados no afectan la prevalencia de *Nosema sp.* en los apiarios muestreados, por lo que se determinó que en este estudio dicho factor no se tome en cuenta como variable al momento de analizar los resultados obtenidos. Sin embargo, el clima ha demostrado ser un factor a tomar en cuenta en diversos estudios en zonas geográficas con estaciones del año bien definidas, como el caso de Alemania (Gisder, S. *et. al*, 2010), ya que las bajas temperaturas disminuyen el porcentaje de germinación de esporas, sin embargo, provoca que las abejas permanezcan por periodos prolongados dentro de la colmena, lo que da como

resultado la diseminación de las esporas hacia las abejas jóvenes a través de las heces de las obreras infectadas (Guzmán, 2012).

Para nuestro conocimiento, este es el primer estudio que se realiza sobre el nivel de infección de *Nosema sp.* en abejas melíferas en el sureste mexicano mediante conteo individual de esporas, ya que la literatura sobre el comportamiento de la enfermedad en México es escasa.

La hipótesis planteada se rechaza, debido a que si se encontraron diferencias significativas entre los niveles de esporas en los diferentes estratos, siendo las abejas pecoreadoras del área de la piquera las que presentan mayor número de obreras positivas a *Nosema*, así como mayor número de esporas promedio por área; por lo que se comprueba que sí existe diferencia en los niveles de infección de *Nosema sp.* entre las obreras recolectoras, las obreras del área de cría y las obreras del área interna de la tapa de la colonia, así como también se encuentran diferencias en el porcentaje de obreras positivas al microsporidio *Nosema sp.* entre las muestras analizadas.

A pesar de los resultados obtenidos por Jack *et. al* (2016), donde se menciona de los riesgos que conlleva realizar el conteo de esporas de muestras compuestas de varias abejas, en nuestro estudio se demostró una tendencia similar a la demostrada por la metodología de Fries (2013) (Ver Anexo B). Así mismo, existe evidencia (Jack *et. al*, 2016) que demuestra que para llegar a un diagnóstico más preciso de los niveles de infección, la opción a usar es el análisis de muestras individuales de abejas, aunque esto conlleve más tiempo.

La prevalencia del microsporidio dentro de los apiarios muestreados, evidencia que las abejas en el área de cría presentan menor nivel de infección, a diferencia de las abejas pecoreadoras, Jack *et.al* (2016) obtuvo resultados similares al comparar la prevalencia e intensidad de *Nosema* en abejas de diferentes edades dentro de la colmena.

## IX. CONCLUSIÓN.

Como conclusión de este documento, se puede recalcar la importancia de realizar diagnósticos más específicos en las colmenas, a fin de determinar con mayor eficacia y especificidad el estado sanitario de las mismas, con el propósito final de realizar los tratamientos necesarios en favor de la prevención de la infección causada por *Nosema sp.* Así mismo, es necesario hacer énfasis en la necesidad de contar con laboratorios apícolas que puedan prestar el servicio de diagnóstico de enfermedades de las abejas a productores en el sureste mexicano, a fin de dar seguimiento a la situación sanitaria de las colmenas con mayor facilidad.

Lo anterior presenta una línea de investigación, puesto que los datos encontrados abren la posibilidad de un horizonte científico de búsqueda más amplio, con miras a profundizar en el comportamiento del microsporidio *Nosema sp.* en el sureste mexicano, a fin de poder establecer un protocolo de prevención y tratamiento eficaz de la Nosemosis con el propósito de reducir sus efectos negativos en la salud de las colonias de la abeja melífera.

## X. GLOSARIO.

**ABEJA:** Insecto de aproximadamente 15 mm de largo, con abundante pilosidad o pelos en el cuerpo, con dos pares de alas transparentes cruzadas de nervios; vive en colonias, cada una de las cuales consta de una sola hembra fecunda, diversos machos y numerosas obreras; habita en los huecos de los árboles, en las oquedades de paredes rocosas, o en las colmenas que el ser humano le prepara, y produce la cera y la miel.

**ABEJA REINA:** Es la única hembra fértil de la colmena que pone huevos fecundados, los cuales dan origen a abejas obreras infértiles y pone huevos no fecundados que dan origen a zánganos fértiles, por un mecanismo denominado partenogénesis.

**APICULTURA:** Actividad dedicada a la crianza de las abejas y a prestarles los cuidados necesarios con el objetivo de obtener y consumir los productos que son capaces de elaborar y recolectar, tales como miel, polen y cera.

**APIS:** Es un género de himenópteros ápidos que incluye las abejas productoras de miel o abejas melíferas.

**CÁMARA DE NEUBAUER:** La cámara de Neubauer es un instrumento utilizado en medicina y biología para realizar el recuento de esporas y células en un medio líquido, que puede ser; un cultivo celular, sangre, orina, líquido cefalorraquídeo, líquido sinovial, etc.

**CÁMARA DE CRÍA:** Se denomina cámara de cría al alza inferior, con su piso y respectivo techo. El término indica que en su interior está el nido de cría de la colonia.

**COLMENA:** Alojamiento o habitáculo que utilizan las abejas para protegerse, reproducirse, y almacenar la miel y la cera; puede ser natural o fabricado por el ser humano.

**ENFERMEDAD:** Alteración leve o grave del funcionamiento normal de un organismo o de alguna de sus partes debida a una causa interna o externa.

**MICROSCOPIO:** Instrumento óptico para ampliar la imagen de objetos o seres, o de detalles de estos, tan pequeños que no se pueden ver a simple vista; consta de un sistema de lentes de gran aumento.

**NOSEMOSIS:** Enfermedad también conocida como Nosemiosis, es una parasitosis del tracto digestivo de abejas adultas, causada por el hongo *Nosema apis* o *Nosema ceranae*.

**OBRERA:** Las abejas obreras son las abejas hembras infértiles más pequeñas que la reina y sus aparatos reproductores se encuentran atrofiados.

**PARTEROGÉNESIS:** Tipo de reproducción sexual que consiste en el desarrollo de una célula reproductora hasta llegar a formarse un nuevo individuo, sin que se produzca fecundación.

**PECOREO:** Se llama pecoreo a la conducta de las abejas obreras de *Apis mellifera* o abeja doméstica que recolectan polen y néctar de la flora apícola de un determinado lugar geográfico.

**PIQUERA:** La piquera es la abertura entre el piso y la cámara de cría, Por esta abertura ingresan las abejas a la colmena.

**PILLAJE:** Es el robo de miel, principalmente presentado cuando la abeja no encuentra néctar y es atraída por la miel de colmenas vecinas.

**TROFALAXIA:** Es el mecanismo mediante el cual las abejas intercambian alimento o se alimentan unos a otros. Esto es una alimentación de boca en boca, en la cual los aparatos bucales de los insectos entran en contacto y traspasan entre ellas los nutrientes o sustancias de reconocimiento como las feromonas. Puede tener lugar entre dos adultos o entre adulto y larva.

**VUELO DE ORIENTACIÓN:** Primer vuelo que realizan las abejas jóvenes unos días después de emerger. Les permite integrar y memorizar los parámetros geográficos exteriores a la colonia para poder orientarse en futuros pecoreos. También permite a la joven abeja ir a defecar al exterior de la colmena.

**ZANGANO:** Los zánganos son las abejas machos de una colmena; se desarrollan en celdas más grandes que las obreras y proceden de huevos sin fecundar.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.

## XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Cantwell, G.E. (1970): Standard Methods for Counting Nosema Spores. American Bee Journal, 110, 222-223.
- Dadant, C. (1975): La colmena de la abeja melífera. Ed. Hemisferio Sur, Uruguay. p. 121-123, 156-159.
- Fries, I. (1984): *Nosema apis*, sampling techniques and honey yield. Journal of Apicultural Research. 23(2):102-105
- Fries, I., Feng, F., daSilva, A., Slemenda, S.B., & Pieniazek, N.J., (1996) “*Nosema ceranae* n. sp. (Microspora, Nosematidae), morphological and molecular characterization of a microsporidian parasite of the Asian honey bee *Apis cerana* (Hymenoptera, Apidae).” European Journal of Protistology. 23 (3): 356-365
- Fries, I., (1997) Protozoa. In: Morse, R. y Flottum, K. (Ed.) (1997): Honey Bee pest, predators and diseases. 3ra Ed. A.I. Root Company. Medina, Ohio, USA. p. 59, 60.
- Fries, I; Martín, R.; Meana, A.; García-Palencia, P. & Higes, M.; (2006) Natural infections of *Nosema ceranae* in European honey bees, Journal of Apicultural Research, 45:4, 230-233, DOI: 10.1080/00218839.2006.11101355
- Fries, I.; Chauzat, M.P.; Chen, Y.P.; Doublet, V.; Gisder, S.; Higes, M.; P-McMahon, D.; Genersch, E.; Martín-Hernández, R.; Natsopoulou, M.; J-Paxton, R.; Tanner, G.; C-Webster, T. y R-Williams, G. (2013): Standard methods for *Nosema* research. Journal of Apicultural Research. 52(1) p. 3-5.
- Gisder, S., Hedtke, K., Moéckel, N., Frielitz, M., Linde, A., y Genersch, E. (2010): Five-year cohort study of *Nosema* sp. in Germany: Does climate shape virulence and assertiveness of *Nosema ceranae*? Applied and environmental microbiology. 76. 3032-8. 10.1128/AEM.03097-09.
- Guzmán-Novoa, E. y Correa-Benítez, A. (Ed.) (2012): Patología, diagnóstico y control de las principales enfermedades y plagas de las abejas melíferas. Imagen Editorial Yire p. 15, 75-79.

- Huang, W. F., Jiang, J.H., Chen, Y.W. & Wang, C. H. (2006): A *Nosema ceranae* isolate from the honeybee *Apis mellifera*. *Apidologie* 38 (2007) 30–37
- Jack, C., Lucas, H., Webster, T. y Sagilia, R. (2016): Colony Level Prevalence and Intensity of *Nosema ceranae* in Honey Bees (*Apis mellifera* L.). *PLOS ONE* 11(9): e0163522. doi:10.1371/journal.pone.0163522
- Klee, J., Besana, A. M., Genersch, E., Gisder, S., Nanetti, A., Tam, D. Q., Chinh, T. X., Puerta, F., Ruz, J. M., Kryger, P., Message, D., Hatjina, F., Korpela, S., Fries, I., Paxton, R. J., (2007): Widespread dispersal of the microsporidian *Nosema ceranae*, an emergent pathogen of the western honey bee, *Apis mellifera*. *Journal of Invertebrate Pathology*. 96: 1–10. Available from URL: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- Magaña-Magaña, M.A., Tavera-Cortés M.E., Salazar-Barrientos, L.L. y Sanginés-García, J.R. (2016): Productividad de la apicultura en México y su impacto sobre la rentabilidad. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 7(5), 1103-1115.
- Mehlhorn, H. (Ed.) (2016): *Encyclopedia of Parasitology*. 4<sup>ta</sup> Edición. Springer. Düsseldorf, Germany. p. 1573.
- Orellana-Lanza, R., Espadas-Manrique, C. y Nava-Marín, F. (2010): *Climas*. p. 11.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2009): *Manual De Buenas Prácticas De Manejo Y Envasado De La Miel*. SAGARPA p. 11
- Secretaría De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2014): *Manual de Patología Apícola*. SAGARPA p. 21.
- SAGARPA (2015): *Vigilancia Epidemiológica de las Enfermedades en Abejas*. Pág. 11-16
- Smart, M. y Sheppard, W. (2012) *Nosema ceranae* in age cohorts of the western honey bee (*Apis mellifera*). *J Invert Pathol*. 2012; 109(1):148-51.
- Soto-Muciño, L.E, Elizarraras-Baena, R y Soto-Muciño, I. (2017): “Situación apícola en México y perspectiva de la producción de miel en el Estado de Veracruz.” *Revista de Estrategias del Desarrollo Empresarial*. 3 (7): 40-64.

- Tapia-González, J.; Alcazar-Oceguera, G.; Macías-Macías, J.; Contreras-Escareño, F.; Tapia-Rivera, J.; Chavoya-Moreno, F. y Martínez-González, J. (2017) Nosemosis en abejas melíferas y su relación con factores ambientales en Jalisco, México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 8 (3): 325-330.
- Valadéz Azua, Raúl. (2004): Retomando la apicultura del México antiguo. Imagen veterinaria, (4), 4-15.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.

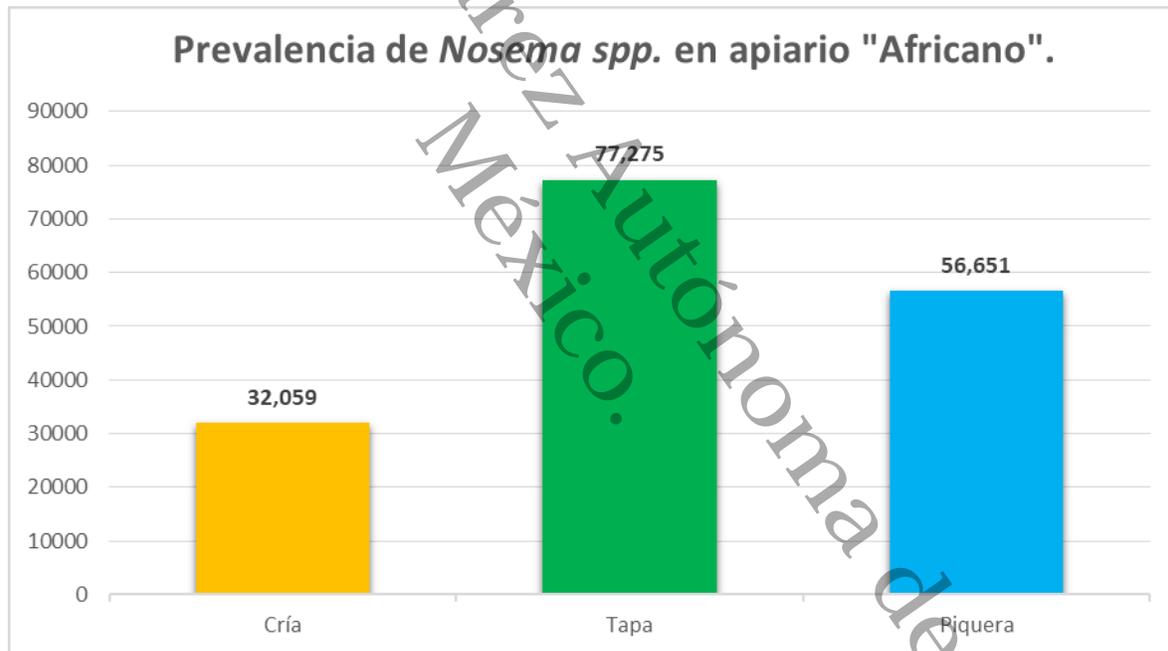
## XII. ANEXOS.

### ANEXO A. Tabla descriptiva del ANOVA.

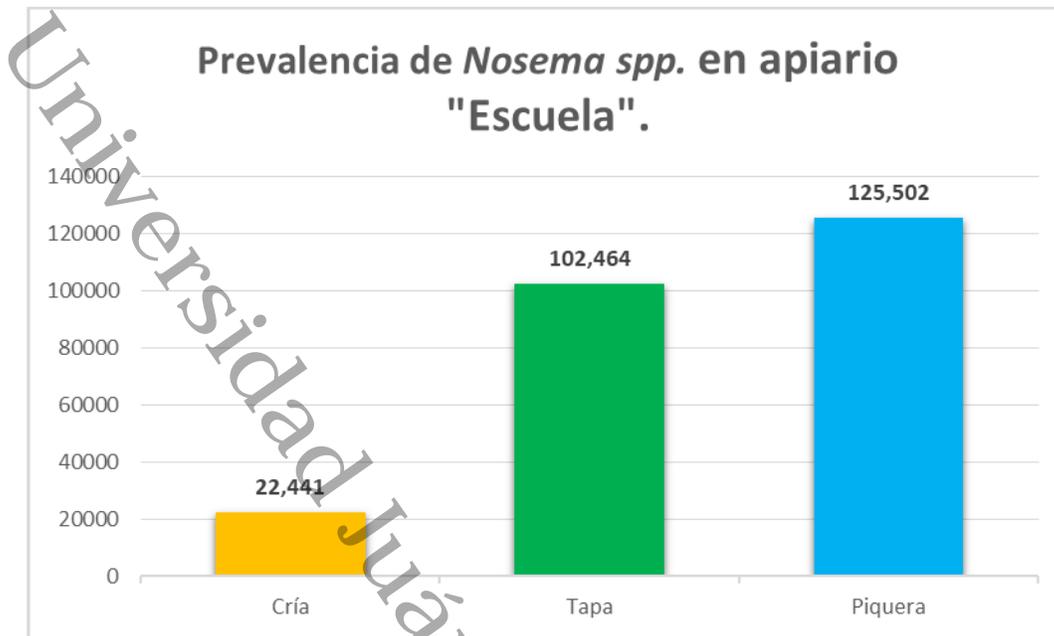
Área	No. De Individuos.	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Cría	550	229.60	677.073	28.871	172.89	286.31	0	4603
Tapa	550	791.57	1414.700	60.323	673.08	910.06	0	9447
Piquera	550	845.96	1341.528	57.203	733.60	958.33	0	7386
<b>Total</b>	<b>1650</b>	<b>622.38</b>	<b>1223.025</b>	<b>30.109</b>	<b>563.32</b>	<b>681.43</b>	<b>0</b>	<b>9447</b>

Tabla 5. Tabla descriptiva del ANOVA.

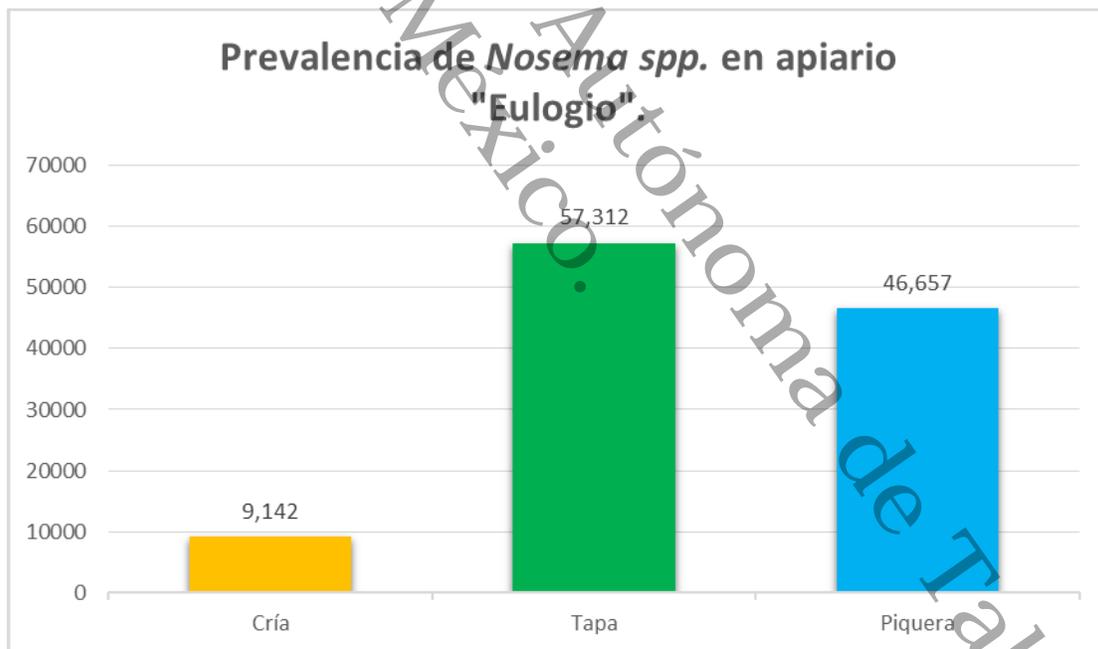
### ANEXO B. Prevalencia de *Nosema sp.* por área de la colmena en los apiarios.



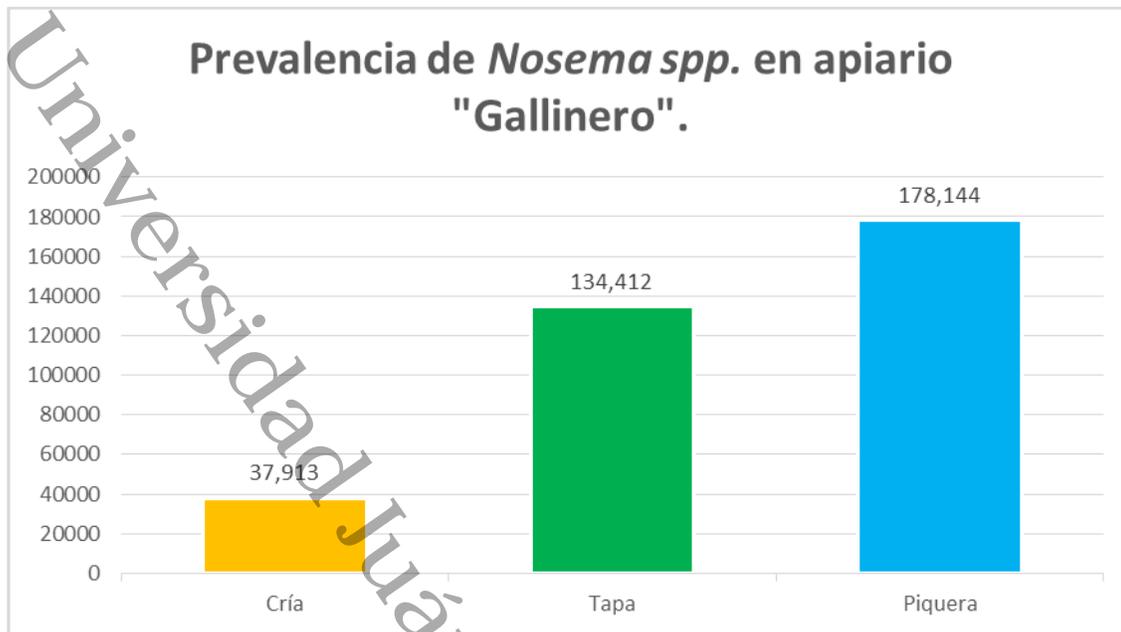
**Grafica 3. Prevalencia de *Nosema sp.* en Apiario "Africano".** El área de la colmena de "Africano" que presenta mayor número total de esporas es la tapa, con 77,275 esporas, seguido de piquera con 56,651, quedando al final el área de cría con 32,059 esporas.



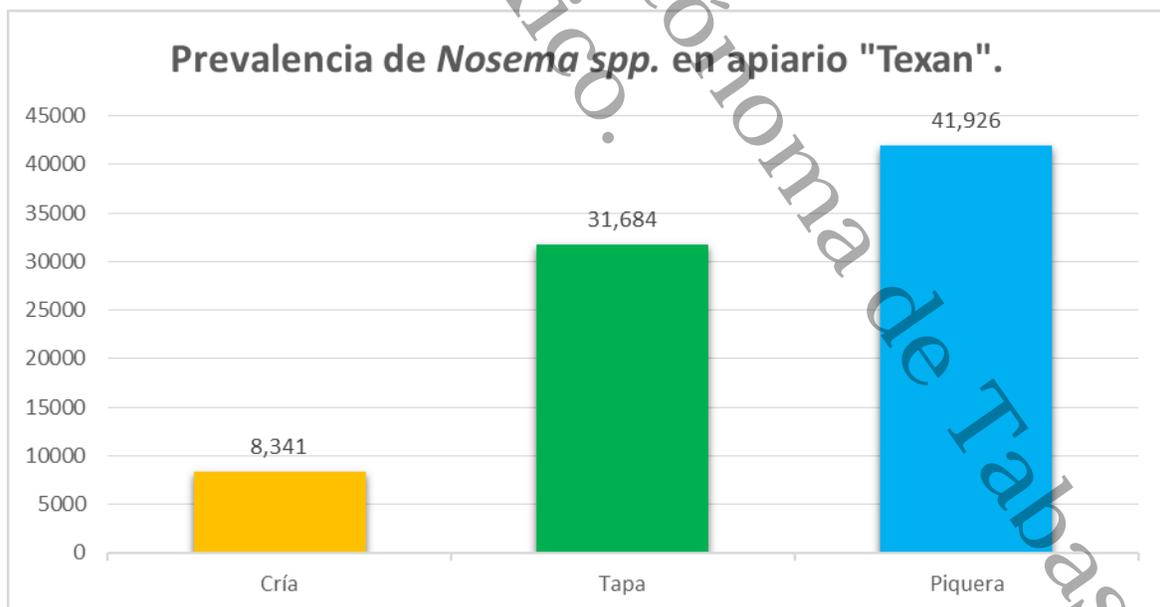
**Gráfica 4. Prevalencia de *Nosema sp.* en Apiario “Escuela”.** En el Apiario “Escuela” se presenta mayor cantidad de esporas en el área de piquera con 125,502 esporas, mientras el área con menos esporas totales es cría con 22,441.



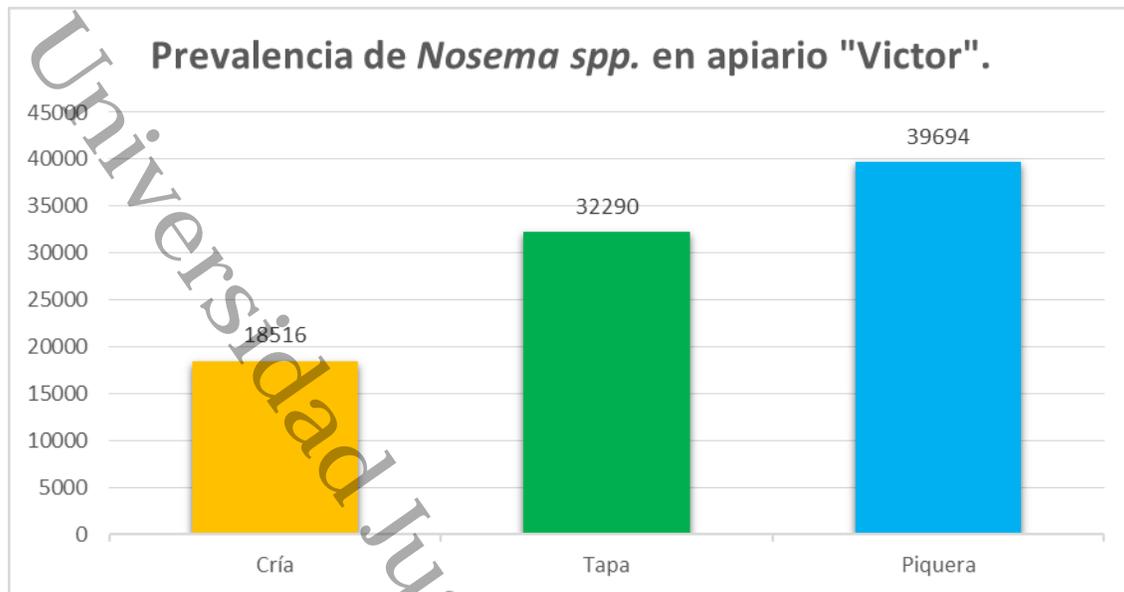
**Gráfica 5. Prevalencia de *Nosema sp.* en Apiario “Eulogio”.** En esta grafica se observa que el área de tapa presenta el mayor número de esporas, con un total de 57,312, mientras que el área de la piquera presenta 46,657 esporas. El área de cría contrasta con las otras dos áreas con tan solo 9,142 esporas contadas



**Gráfica 6. Prevalencia de *Nosema sp.* en Apiario "Gallinero".** Esta gráfica muestra nuevamente al área de piquera con el mayor número de esporas totales con 178,144, seguido del área de la tapa con 134,412 esporas. Nuevamente en el área de cría se encuentran notoriamente menos esporas, con tan solo 37,913.

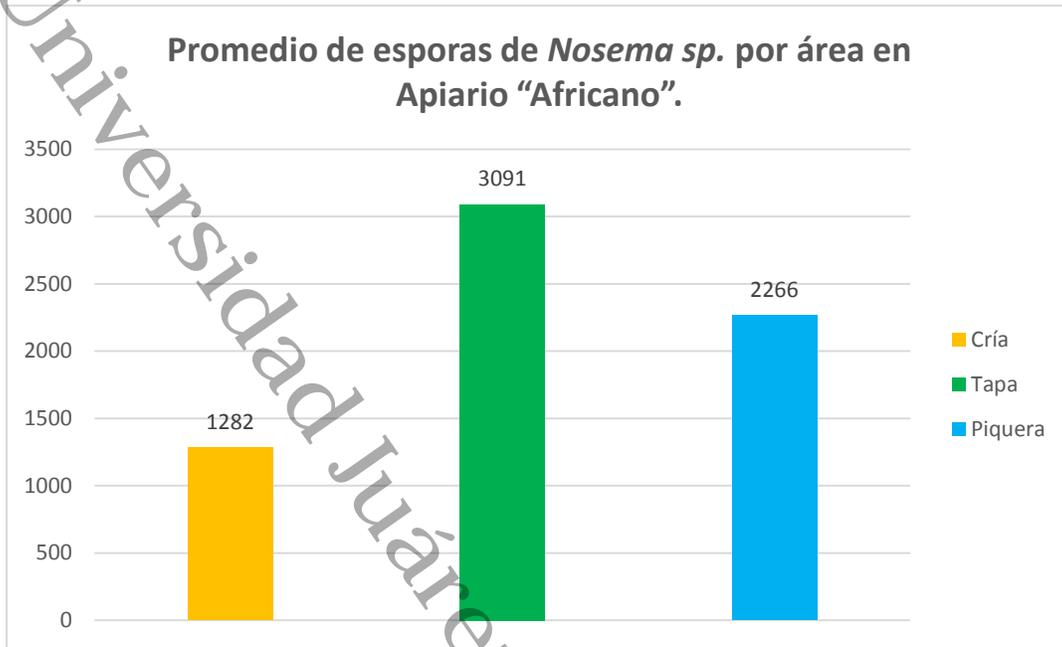


**Gráfica 7. Prevalencia de *Nosema sp.* en Apiario "Texan".** En este apiario el área con mayor número de esporas nuevamente es la piquera con 41,926 esporas, seguido de la piquera está el área de tapa con 31,684 esporas y de nueva cuenta el área de cría presenta la menor cantidad de esporas con 8,341.

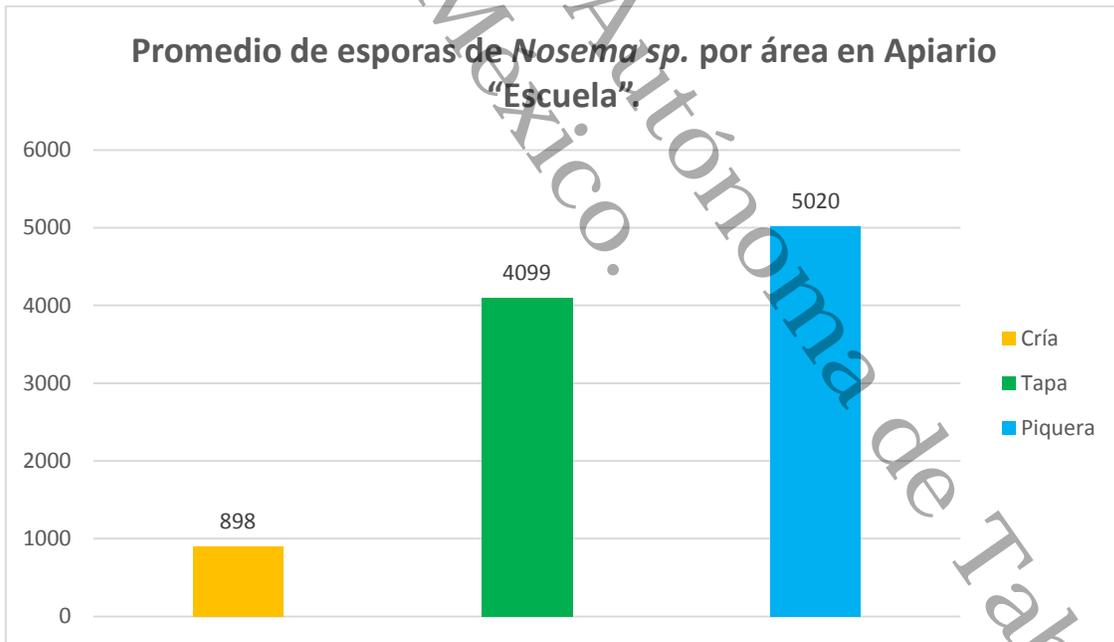


**Gráfica 8. Prevalencia de *Nosema sp.* en Apiario "Victor".** En esta gráfica se ve una distribución más proporcional de esporas, donde el área de piquera suma un total de 39,694 esporas, el área de tapa 32,290 y el área de cría 18,516.

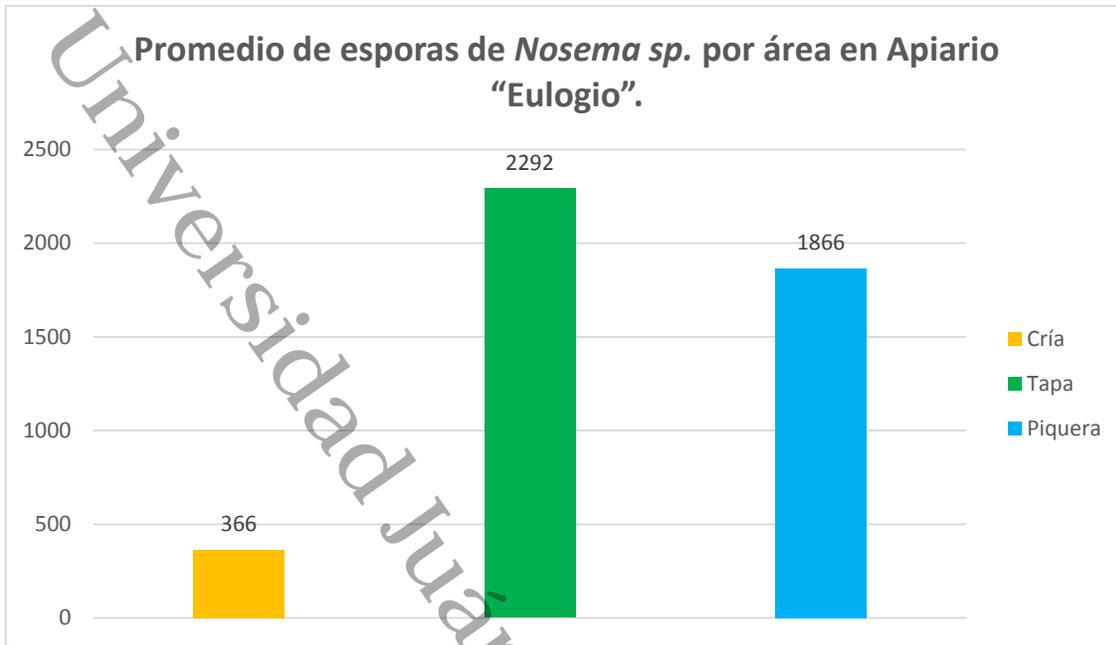
**ANEXO C. Promedio de esporas por área de la colmena.**



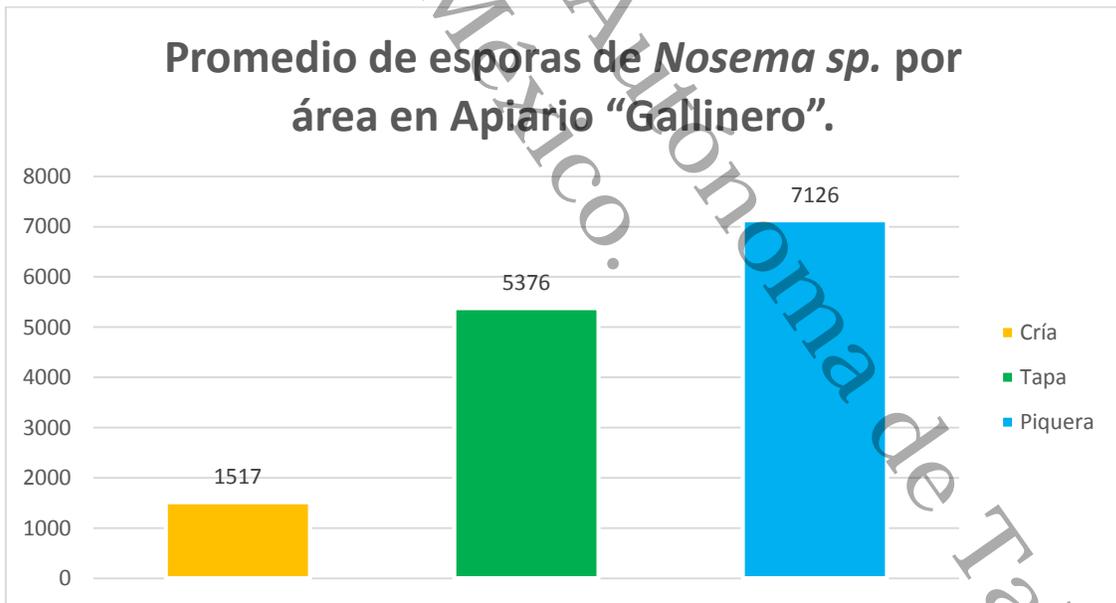
**Gráfica 9. Promedio de esporas de *Nosema sp.* por área en Apiario "Africano".**



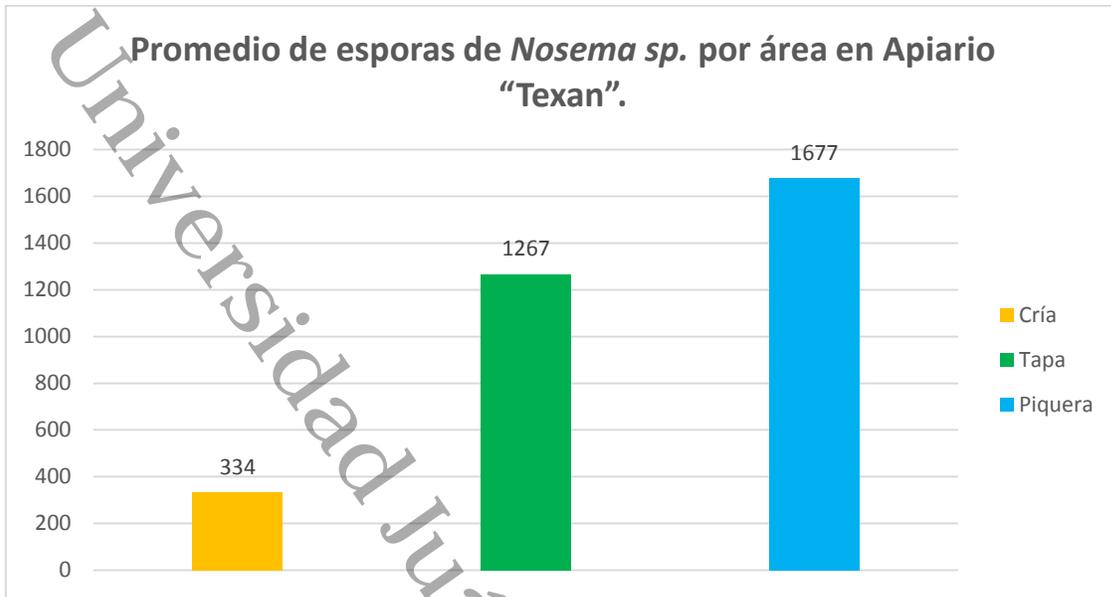
**Gráfica 10. Promedio de esporas de *Nosema sp.* por área en Apiario "Escuela".**



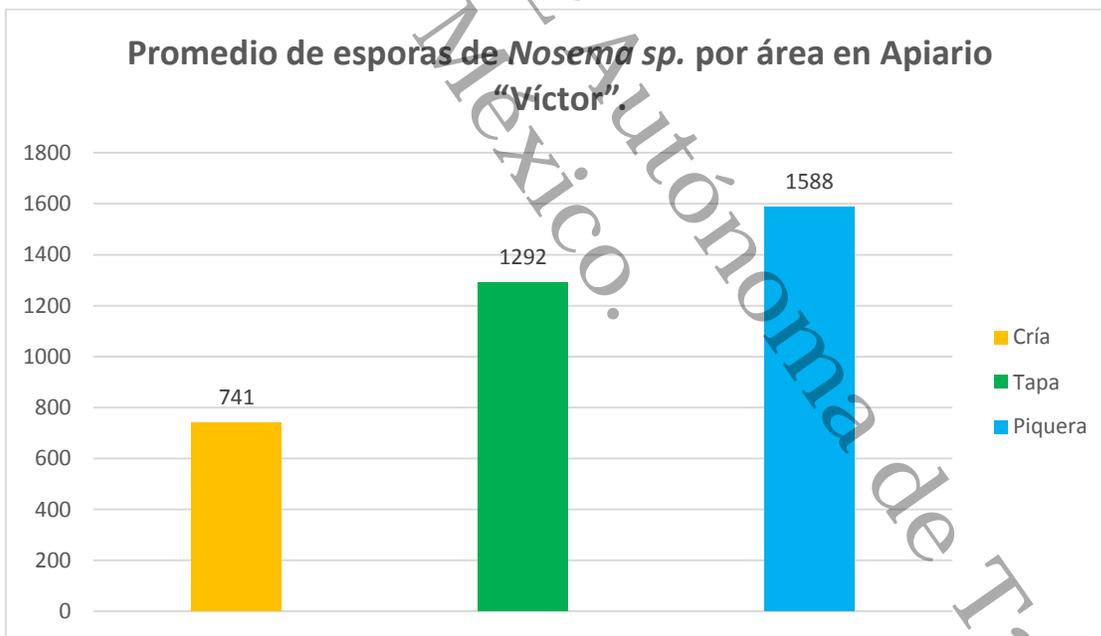
Gráfica 11. Promedio de esporas de *Nosema sp.* por área en Apiario "Eulogio".



Gráfica 12. Promedio de esporas de *Nosema sp.* por área en Apiario "Gallinero".



**Gráfica 13. Promedio de esporas de *Nosema sp.* por área en Apiario "Texan".**



**Gráfica 14. Promedio de esporas de *Nosema sp.* por área en Apiario "Victor".**

# Determinación de niveles de infección de Nosema sp. En colonias de abejas africanizadas (Apis mellifera) de la región centro de Yucatán, México

---

INFORME DE ORIGINALIDAD

---

0%

ÍNDICE DE SIMILITUD

---

FUENTES PRIMARIAS

---

EXCLUIR CITAS

ACTIVADO

EXCLUIR FUENTES

DESACTIVADO

EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA

ACTIVADO

EXCLUIR COINCIDENCIAS < 20 PALABRAS

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.