



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca
Subdirección de Posgrado e Investigación
Maestría en Producción Pecuaria Tropical

TESIS
ESTRATEGIAS DE CONTROL DE DíPTEROS
HEMATÓFAGOS PRESENTES EN EL GANADO EN
TANTOYUCA, VERACRUZ.

PRESENTA
LUZ LETICIA MATEO DÍAZ

DIRECTOR DE TESIS
KARLA LISSETTE SILVA MARTÍNEZ

CODIRECTORA DE TESIS
ERIKA ANDREA HERNÁNDEZ

REVISOR
ARMANDO ARRIETA GONZÁLEZ

TANTOYUCA, VERACRUZ. 14 AGOSTO DEL AÑO 2025



DEDICATORIA

A la familia, asesores y amistades que contribuyeron en la realización de dicho proyecto personal y académico, así también al Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca por ser parte de mi desarrollo de habilidades y conocimientos.

Disciplina, Iniciativa, Organización, Sabiduría.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca por mi formación académica y profesional.

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (SECIHTI) que contribuyó en el financiamiento de esta investigación.

Expreso mi total agradecimiento a mi directora de tesis, Dra. Karla Lissette Silva Martínez, por brindarme sus conocimientos, su tiempo, esfuerzo, por motivarme a seguir adelante y apoyarme en todo momento.

Mi especial agradecimiento al Dr. Armando Arrieta González por su apoyo y conocimiento brindado a esta investigación.

A mis docentes y compañeros por brindarme sus conocimientos y amistad desde el inicio de este gran camino.



RESUMEN

La ganadería es una actividad económica clave en México, especialmente en regiones rurales. La infestación por *Haematobia irritans* (mosca del cuerno) representa una amenaza constante para este sector, debido a su impacto directo sobre la salud del ganado y los rendimientos productivos. El objetivo de este estudio fue evaluar el uso de *Beauveria bassiana* de control contra *H. irritans* mediante el uso de microorganismos en condiciones controladas para determinar su efectividad. Se realizó el estudio de forma *in vitro* e *in vivo*. Se capturaron 195 moscas adultas de *H. irritans* las cuales se mantuvieron en jaulas entomológicas de cría (30 x 30 x 30 cm) bajo condiciones de temperatura entre 26°C y 30°C, humedad relativa superior al 90% y fotoperiodo de 12:12 horas. Las moscas fueron alimentadas durante las primeras 24 horas mediante una cámara de alimentación con almohadillas impregnadas con 10 mL de sangre citratada a 3°C. Se aplicaron tres tratamientos con suspensiones de *Beauveria bassiana* (8.275×10^6 conidios/mL): T1 (5 mL de suspensión), T2 (10 mL de suspensión) y T3 (5 mL de agua destilada como grupo control). Tras la exposición, las moscas muertas fueron trasladadas a cámaras húmedas para su conservación. Se utilizó un diseño completamente al azar con 13 repeticiones por tratamiento. La mortalidad se evaluó mediante un análisis de Chi-cuadrado de Pearson con un nivel de significancia de $p < 0.05$. Los resultados indican que una dosis de 5 mL (T1) es más letal que 10 mL (T2), esto implica que una menor dosis del hongo afectó de forma efectiva en la mortalidad. Para la fase de campo se construyó un corral de 4 m de largo, 3 m de ancho y 2 m de alto, utilizando tela mosquitera para impedir la entrada y salida de insectos. Se alojó en él un bovino de raza Suizo Americano de 12 meses de edad. Este fue previamente infestada con *H. irritans*. En esta fase, se evaluó la mortalidad de las moscas mediante la aplicación de una suspensión de conidios del hongo *Beauveria bassiana*. Se utilizaron 195 moscas, distribuidas en tres grupos experimentales de 65 individuos cada uno. Los tratamientos consistieron en la aplicación de 5 litros de la suspensión (8.275×10^6 de conidios/mL). Para los tratamientos T1, mientras que el tratamiento T2 recibió agua destilada como control. El diseño experimental fue completamente aleatorizado, con tres tratamientos y tres repeticiones para cada uno. Los resultados mostraron una efectividad del 92% en el control de *H. irritans* con el tratamiento de *Beauveria bassiana*, en



comparación con el grupo control tratado con agua destilada. Obteniendo así una identificación de la mosca de importancia sí como la cepa del hongo y efectividad dentro de la evaluación de la fase in vitro y en campo.

Palabras Clave: *Haematobia irritans*, Control biológico, *Beauveria bassiana*.



ABSTRACT

Livestock farming is a key economic activity in Mexico, especially in rural regions. Infestation by *Haematobia irritans* (horn fly) represents a constant threat to this sector due to its direct impact on livestock health and production yields. The objective of this study was to evaluate the use of *Beauveria bassiana* as a control against *H. irritans* through the use of microorganisms under controlled conditions to determine its effectiveness. The study was conducted *in vitro* and *in vivo*. One hundred ninety-five adult *H. irritans* flies were captured and maintained in entomological breeding cages (30 x 30 x 30 cm) under temperature conditions between 26°C and 30°C, relative humidity greater than 90%, and a 12:12-hour photoperiod. The flies were fed during the first 24 hours using a feeding chamber with pads impregnated with 10 mL of citrated blood at 3°C. Three treatments with *Beauveria bassiana* suspensions (8.275×10^6 conidia/mL) were applied: T1 (5 mL of suspension), T2 (10 mL of suspension) and T3 (5 mL of distilled water as a control group). After exposure, dead flies were transferred to humid chambers for conservation. A completely randomized design with 13 replicates per treatment was used. Mortality was evaluated using Pearson's Chi-square analysis with a significance level of $p < 0.05$. The results indicate that a dose of 5 mL (T1) is more lethal than 10 mL (T2); this implies that a lower dose of the fungus effectively affected mortality. For the field phase, a 4 m long, 3 m wide, and 2 m high pen was constructed, using mosquito netting to prevent insect entry and exit. A 12-month-old American Swiss cattle was housed in it. This was previously infested with *H. irritans*, was housed in the pen. During this phase, fly mortality was assessed by applying a conidial suspension of the fungus *Beauveria bassiana*. A total of 195 flies were used, distributed among three experimental groups of 65 individuals each. Treatments consisted of the application of 5 liters of the 8.275×10^6 conidia/mL suspension for treatments T1 and T2, while treatment T3 received distilled water as a control. The experimental design was completely randomized, with three treatments and three replicates for each. The results showed a 92% effectiveness in controlling *H. irritans* with the *Beauveria bassiana* treatment, compared to the control group treated with distilled water. This allowed for identification of the fly, as important as the fungal strain, and improved effectiveness in the *in vitro* and field evaluation phases.

Keywords: *Haematobia irritans*, Biological control, *Beauveria bassiana*.



DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
INDICE	
RESUMEN	IV
ABSTRACT	VI
1. Introducción	1
2. Objetivos	3
2.1 General	3
2.2 Específicos.....	3
3. Hipótesis	4
4. Marco teórico	5
4.1 Antecedentes	5
4.1.1 Retos del sector ganadero	9
4.1.2 Principales enfermedades y parásitos externos asociados.....	10
4.1.3 <i>Haematobia irritans</i>	14
4.1.4 Control de moscas hematófagas	18
4.1.5 Hongos entomopatógenos	21
4.2 Estado del arte	23
5. Metodología	27
5.1 Identificación de especie de mosca <i>H.irritans</i>	27
5.1.1 Sitio de estudio	27
5.1.2 Captura e identificación de mosca <i>H.irritans</i>	28
5.2 Efecto bioinsecticida de <i>Beauveria bassiana</i>	29
5.2.1 Alimentación y mantenimiento de <i>H.irritans</i>	31



5.2.2	Cámara de alimentación	32
5.2.3	Hongo entomopatógeno.....	32
5.2.4	Diseño experimental (fase de laboratorio)	35
5.2.5	Análisis estadístico	36
5.3	Aplicación en fase de campo	36
5.3.1	Sitio y condiciones de campo.....	36
5.3.2	Captura, alimentación y liberación de <i>H.irritans</i>	37
5.3.3	Aplicación del tratamiento con <i>B.bassiana</i>	38
5.3.4	Método de conteo de moscas	39
5.3.5	Diseño experimental (fase en campo)	40
5.3.6	Análisis estadístico	40
5.4	Identificación filogenética de <i>Beauveria bassiana</i>	40
5.4.1	Preparación de medio de cultivo.....	40
5.4.2	Identificación de aislamientos	41
5.4.2.1	Incubación y selección molecular	41
5.4.2.2	Marcadores moleculares.....	42
5.4.3	Reacción en cadena polimerasa (PCR).....	43
5.4.4	Electroforesis y comprobación de la integridad del ADN	44
6.	Resultados y discusión.....	45
6.1	Hongo entomopatógeno.....	45
6.1.1	<i>in vitro</i>	46
6.1.2	<i>In vivo</i>	51
7.	Conclusiones y recomendaciones.....	54
8.	Literatura citada.....	56
ANEXOS	79



Figura 1.	Ciclo biológico de la mosca <i>H. irritans</i> .	18
Figura 2.	Mapa de localización del municipio de Tantoyuca Veracruz	27
Figura 3.	Jaula entomológica IBN® para transporte de moscas	28
Figura 4.	Partes de la mosca <i>Haematobia irritans</i> vista desde microscopio compuesto	29
Figura 5.	Jaulas entomológicas de cría IBN® empleadas para el estudio	30
Figura 6.	Bolsa recolectora con 500mL de sangre citratada	31
Figura 7.	<i>H. irritans</i> durante el proceso de alimentación en cámara	32
Figura 8.	Hemocitómetro para conteo de esporas vista en 10 y 40X	35
Figura 9.	Distribución de cámaras húmedas de los tratamientos T1,T2 y T3	36
Figura 10.	Diseño y dimensión del corral experimental donde fue alojado el bovino	38
Figura 11.	Moscas <i>H.irritans</i> observadas sobre el animal alimentándose	39
Figura 12.	Cepa de hongo <i>Beauveria bassiana</i> en 21 días de incubación	41
Figura 13.	Obtención de un patrón de bandas que representa la muestra analizada	45
Figura 14.	Árbol filogenético obtenido con el método de inferencia bayesiana y máxima verosimilitud para <i>Beauveria</i> , reconstruido utilizando un conjunto de secuencias concatenados de la región ITS y de los genes parciales RPB1 y TEF	49
Figura 15.	Gráfica representativa de los tres tratamientos utilizados, mostrando la distribución de presencia y ausencia de micelio sobre la mosca, así como la frecuencia con la que se presentó en cada una de las repeticiones	50
Figura 16.	Mosca <i>H. irritans</i> bajo efecto del hongo <i>Beauveria bassiana</i> después de 21 días de incubación	50
Figura 17.	Gráfica representativa de la frecuencia de moscas vivas y muertas de los tratamientos, mostrando una efectividad del 92% con el tratamiento de <i>Beauveria bassiana</i> _sobre el tratamiento control de agua destilada	52



Tabla 1.	Cantidad y porcentaje de moscas muertas (<i>H. irritans</i>) con presencia y ausencia de micelio aspergadas con distintas concentraciones de <i>B. bassiana</i> en condiciones <i>in vitro</i> .	44
Tabla 2.	Cantidad y porcentaje de mortalidad y supervivencia de <i>H. irritans</i> asperjadas con 5 L de <i>B. bassiana</i> y agua destilada en condiciones <i>in vivo</i> .	47

ÍNDICE DE TABLAS

I. INTRODUCCIÓN

La producción ganadera es una de las actividades económicas más importantes en México, así mismo en regiones rurales, donde el ganado constituye una fuente significativa de alimentos, empleo e ingresos. Cumpliendo un papel fundamental al dentro de la agricultura, favoreciendo prácticas productivas sustentables que contribuyen al desarrollo rural (Dumont y Bernués, 2014). Sin embargo, la creciente demanda de carne y leche impone una presión considerable sobre los sistemas productivos, dificultando el cumplimiento de los principios de sostenibilidad y calidad en la producción (Rojas-Martínez et al., 2021).

Los problemas sanitarios representan uno de los principales obstáculos para el desarrollo de una ganadería eficiente y sustentable. Los ectoparásitos como *Haematobia irritans* (mosca del cuerno) se destacan por los daños directos e indirectos que ocasionan. Estos dípteros hematófagos provocan estrés en los animales, pérdida de peso, reducción en la producción de leche y, en casos severos, predisposición a otras enfermedades (Grisi et al., 2014; Pepa et al., 2006). Además, como señala la (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]2016), el impacto de las enfermedades del ganado, incluyendo aquellas transmitidas por vectores, tiene repercusiones tanto económicas como sociales, ya que los costos incluyen pérdidas de productividad, gastos en tratamiento, y riesgos para la salud pública humana (Galindo-Velasco et al., 2015).

El control de *H. irritans* ha sido históricamente abordado mediante el uso de insecticidas químicos; sin embargo, el uso intensivo de estos productos ha derivado en el desarrollo de resistencia, así como en consecuencias ambientales negativas. Ante esta problemática, se ha incrementado el interés por alternativas más sostenibles que contribuyan al control de ectoparásitos de manera natural (Johnson et al., 2019; Galindo-Velasco et al., 2015; Lohmeyer y Miller, 2006).

A pesar de los avances logrados, aún es necesaria la generación de conocimiento local y aplicado que permita adaptar estas tecnologías biológicas a las condiciones

específicas de zonas como Tantoyuca. Esta región presenta características ecológicas y productivas particulares que deben ser consideradas para el éxito de cualquier estrategia de control (Grissett et al., 2015).

La infestación por *H. irritans* representa una amenaza constante para la ganadería en Tantoyuca, Veracruz. Debido a su impacto directo sobre la salud del ganado y los rendimientos productivos. Los métodos tradicionales de control basados en insecticidas han perdido efectividad y generando efectos secundarios. De forma general se carece de estudios específicos en la región que evalúen la viabilidad del uso de microorganismos entomopatógenos como estrategia alternativa, dejando un vacío técnico que limita la adopción de prácticas sustentables y efectivas (Rodríguez-Vivas et al., 2011).

Debido a la problemática presentada, se evaluó el uso de agentes de control biológico para *H. irritans* y atender el problema de resistencia de insecticidas y contribuir a la sostenibilidad del agroecosistema. Se requiere validación de estas estrategias bajo condiciones locales, como las de Tantoyuca, que permita determinar su eficacia, seguridad y aplicabilidad (Rojas-Martínez et al., 2021).

2. OBJETIVOS

2.1 General

Evaluar el uso de *Beauveria bassiana* de control contra *H. irritans* mediante el uso de microorganismos en condiciones controladas para determinar su efectividad.

2.2 Específicos

- 1.- Identificar la especie de mosca *Haematobia irritans* encontrada en los hatos ubicados en el municipio de Tantoyuca, Veracruz.
- 2.- Evaluar el efecto bioinsecticida de *Beauveria* spp. sobre *H. irritans* en condiciones *in vitro*
- 3.- Evaluar el efecto de *Beauveria* spp. sobre la mortalidad de *H. irritans* en condiciones semicontroladas para determinar su eficacia como método de control biológico.
- 4.- Identificar la especie de *Beauveria* spp. a nivel molecular

3. HIPÓTESIS

La utilización de *Beauveria bassiana* reducirá significativamente la población de *H. irritans* en condiciones controladas *in vitro* e *in vivo*.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Antecedentes

Origen de la ganadería

El ganado desempeña un rol crucial en los sistemas alimentarios, ya que constituye una fuente significativa de proteínas de alta calidad, además de otros nutrientes esenciales como vitaminas y minerales. Su crianza también representa una forma eficiente de aprovechar áreas poco aptas para la agricultura y otros recursos valiosos para la producción de alimentos, como las praderas, subproductos de la producción alimentaria y residuos orgánicos. Asimismo, el ganado contribuye de manera importante a los ciclos de nutrientes y proporciona a los productores ingresos, bienes y medios de subsistencia (FAO, 2015). Así mismo la ganadería se ha especializado e industrializado cada vez más dentro del sector productivo (Ripple et al., 2014; Steinfeld et al., 2006).

El ganado juega un papel fundamental en los sistemas de producción agroecológica, siendo su integración con la agricultura y la ganadería un factor clave para el éxito de la producción agropecuaria orgánica y agroecológica (Dumont y Bernués, 2014).

Dumont et al. (2013) proponen cinco principios fundamentales para la producción agroecológica del ganado: 1) mejorar la salud animal, 2) reducir los insumos, 3) minimizar la contaminación mediante la optimización del metabolismo en los sistemas, 4) fomentar la diversidad para una mayor resiliencia, y 5) preservar la diversidad biológica. La integración de la agricultura y la ganadería dentro de los sistemas agroecológicos permite una gestión más eficiente de los flujos de nutrientes y las estructuras del paisaje, generando efectos positivos como el incremento de la biodiversidad. Esta integración también promueve una mayor diversidad al combinar diferentes especies animales con distintas preferencias alimenticias sobre la misma pastura, o mediante la utilización de sistemas integrados de agricultura-ganadería-silvicultura, que no solo aumentan la productividad, sino que además reducen el uso de insumos, mejorando el rendimiento económico (Latawiec et al., 2014; Accatino et al., 2014).

Los orígenes de la ganadería en México se inician con la introducción de fauna europea a la Nueva España. Durante el segundo viaje de Cristóbal Colón en 1493, se adquirieron diversos animales en las islas Canarias, entre los cuales se incluían vacas, caballos, cabras, ovejas, gallinas y cerdos (De las Casas, comp., 1982; Colón, 2002). Este ganado fue transportado a las Antillas y, en 1510, se llevó a Puerto Rico, Jamaica y Cuba, siendo este uno de los primeros movimientos de ganadería en las islas del Caribe (Ejarque, 1952; Ortwin, 1984). Poco después, en el istmo de Panamá, se introdujo por primera vez el ganado en tierra continental. En el tercer viaje de Colón, se continuó con la tarea de transportar más ganado, siguiendo las instrucciones de los monarcas españoles, como documenta Von-Humboldt (1822). A partir de la llegada de Hernán Cortés a Veracruz en 1519, la introducción de ganado a México se dio de manera progresiva. Cortés trajo consigo solo 14 caballos y algunos cerdos. Sin embargo, no fue sino hasta 1521, con la expedición de Gregorio Villalobos, que se introdujeron los primeros bovinos al territorio mexicano, específicamente en el río Pánuco, cerca del puerto de Tampico. Este momento marca el inicio de la expansión del ganado por toda la región conquistada (Del Castillo, 2005).

En la segunda mitad del siglo XVI, el caballo se convirtió en un símbolo de estatus y desempeñó un papel clave en las labores agrícolas, pecuarias y mineras, reemplazando a los esclavos africanos en muchos casos. Con el tiempo, se consolidó como el principal medio de transporte, mientras las rutas comerciales se expandieron. Para el siglo XVIII, México ya contaba con una red de caminos. Paralelamente, la crianza de cerdos se destacó como fuente de alimento para los colonizadores, consolidando la identidad de "cristiano viejo" y adaptándose rápidamente a las condiciones del Nuevo Mundo (Clavijero, 1944; Chávez, 1993; Del Castillo, 2005; Von-Humboldt, 1822).

En cuanto al ganado bovino, después de la llegada de los primeros ejemplares a México en la expedición de Gregorio Villalobos en 1521, la introducción de grandes cantidades de bovinos se intensificó entre 1538 y 1540, con la llegada de animales de La Habana y Santo Domingo. Estos bovinos se reproducían rápidamente, y el territorio comenzó a ser organizado en "estancias" y, más tarde, en "haciendas" (Arcila-Farías,

1974; Chavero, 2017). Durante el siglo XIX, la ganadería mexicana experimentó un notable descenso debido a los conflictos bélicos, como la independencia, la Guerra de Reforma y la intervención francesa, que generaron inseguridad y afectaron el mercado interno. Además, la Ley de Desamortización de Bienes Eclesiásticos permitió a los hacendados adquirir tierras a precios bajos, lo que dio lugar a la formación de grandes latifundios.

Ganadería contemporánea

La ganadería es una actividad del sector primario que consiste en el cuidado y alimentación de cerdos, vacas, pollos, borregos, abejas, entre otros animales, para aprovechar su carne, leche, huevos, lana, miel y otros derivados para consumo humano. La ganadería puede ser: La ganadería extensiva, se realiza en terrenos grandes, ya que los animales pastan libremente. En algunos terrenos es importante considerar el cultivo de pastizales. En la ganadería intensiva los animales reciben alimento procesado en establos, donde se aplica tecnología para tener mayor producción. Ganadería de autoconsumo, como su nombre lo indica, se refiere a la cría de animales por una familia para obtener productos como leche, carne o huevos (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], 2019).

La producción ganadera tiene como objetivo generar alimentos de calidad, accesibles para la sociedad y producidos de manera sustentable. Sin embargo, este objetivo se ve dificultado por el aumento en la demanda de carne y leche (Rojas-Martínez et al., 2021). En México el inventario es de poco más de 34 millones de bovinos (INEGI, 2019).

La ganadería en México es mucho más que una simple actividad económica; es un pilar fundamental de la identidad de regiones y de la economía del país. En 2022, la producción pecuaria alcanzó un valor total de 587 miles de millones de pesos, posicionando a México en el décimo lugar a nivel mundial en la producción primaria de ganadería (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER], 2024). La ganadería

en México es una actividad clave en el medio rural, con sistemas productivos que varían desde los tecnificados hasta los tradicionales. Esta actividad se enfoca en la domesticación de animales como cerdos, vacas, pollos y borregos, y tiene como objetivo principal la producción de alimentos para consumo humano. La ganadería en el país se clasifica en extensiva, intensiva y de autoconsumo, y su desarrollo depende de factores como el relieve, el acceso al agua, el clima, y la vegetación. México es el séptimo productor mundial de proteína animal, destacándose por su crecimiento en el sector ganadero y su alta competitividad, especialmente en la producción de carne de res, el segundo producto ganadero más consumido a nivel global (Fideicomiso de Riesgo Compartido [FIRCO], 2017).

4.1.1 Retos del sector ganadero

La crisis alimentaria que estalló en la primera década del siglo llamó la atención internacional sobre el papel estratégico que representa el sector alimentario en los ámbitos económicos, sociales y políticos. Los productores agropecuarios, y los ganaderos en particular, enfrentan un conjunto de problemáticas tan amplio que sólo la necesidad de subsistir y la tenacidad campesina (Cavallotti-Vázquez, 2014). La producción ganadera tiene como propósito producir alimentos de calidad, asequibles para la sociedad y que se obtengan en un ambiente sustentable; lo cual, es difícil ante una creciente necesidad de carne y leche (Rojas-Martínez et al., 2021).

En México, el inventario bovino supera los 34 millones de animales, los cuales están expuestos a patógenos de origen viral, bacteriano o parasitario, que a menudo actúan como coinfecciones o complejos. La distribución y frecuencia de estas enfermedades varían según las interacciones entre el patógeno, el hospedador bovino y las condiciones ambientales. Su aparición provoca diferentes tasas de morbilidad, mortalidad y disminución en la productividad, lo que afecta negativamente el aprovechamiento del potencial productivo. Esto también genera restricciones al comercio, tanto nacional como internacional, y se ha estimado que un brote puede impactar hasta el 20 % de las actividades comerciales del ganado (INEGI, 2019; Oficina Internacional de Epizootias [OIE], 2016).

Dentro de los problemas sanitarios que presenta la ganadería las enfermedades implican una gran variabilidad en la relación costo-beneficio de los programas de prevención y control, lo que lleva a una subestimación de los impactos en la producción y, por lo tanto, a una falta de consistencia en la información sobre las pérdidas. Además, es relevante señalar que algunas enfermedades bovinas pueden afectar a los seres humanos. Cada enfermedad tiene una carga económica distinta, determinada por los costos directos e indirectos derivados del consumo o la pérdida de recursos. En términos generales, estos costos abarcan recursos humanos, infraestructura y económicos (FAO, 2016).

4.1.2 Principales enfermedades y principales ectoparásitos

Rabia paralítica bovina

La rabia paralítica bovina (RPB) es una de las enfermedades zoonóticas con mayor impacto sobre los herbívoros domésticos, con una mortalidad de alrededor de 100 000 individuos por año y que provoca pérdidas económicas anuales de 97 millones de dólares en América Latina (Benavides et al., 2020). Es causada por el virus de la rabia, y fue descrita por primera vez en el continente americano a mediados del siglo XX. Los murciélagos conocidos como vampiros comunes (*Desmodus rotundus*) son de gran importancia en la transmisión a otras especies (Acha et al., 1968; Batalla-Campero & Flores-Crespo, 1998).

La diarrea viral bovina

La diarrea viral bovina es una enfermedad de distribución global que genera pérdidas económicas significativas en la ganadería. Es causada por un *Pestivirus* de la familia *Flaviviridae*, que induce inmunosupresión, facilitando infecciones secundarias. Afecta principalmente los sistemas digestivo, respiratorio y reproductivo, y forma parte del complejo respiratorio bovino. El virus presenta una alta variabilidad genética, clasificada en dos genotipos y diversos subgenotipos (Grissett et al., 2015). La transmisión puede ser vertical (transplacentaria en hembras preñadas) o de forma

horizontal por contacto directo o contacto cercano indirecto con animales infectados (Servicio Agrícola Ganadero, 2010).

La anaplasmosis bovina

La anaplasmosis bovina es una enfermedad causada por la bacteria *Anaplasma marginale*. La enfermedad suele ser transmitida por garrapatas vectoras, pero puede producirse una transmisión mecánica por picadura de insectos o por aguja (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2025). Afecta principalmente a ganado en pastoreo en regiones tropicales de México. Puede provocar hasta un 25 % de pérdidas por mortalidad en animales destinados a programas de mejoramiento genético. Sus signos clínicos incluyen anemia, ictericia, inapetencia, pérdida de peso, aborto en el último tercio de gestación y muerte (Rodríguez et al., 2009).

Brucelosis bovina

La brucelosis es una enfermedad infecciosa provocada por bacterias del género *Brucella*, que afecta a diversas especies domésticas, entre ellas bovinos, ovinos y caprinos. En el ganado bovino, la especie más relevante es *Brucella abortus*. Se transmite comúnmente por contacto con descargas infecciosas y contaminadas, como fetos, membranas placentarias y líquidos presentes después de que un animal infectado ha abortado o parido (Texas Animal Health Commission, 2025). En México, esta enfermedad representa la principal zoonosis de origen bacteriano. En bovinos, los signos clínicos más comunes están relacionados con el sistema reproductivo, como abortos y disminución en la producción de leche, lo que genera un impacto significativo en la ganadería (Díaz-Aparicio, 2013).

La tuberculosis bovina

La tuberculosis bovina es una enfermedad crónica provocada por la micobacteria *Mycobacterium bovis*, que forma parte del complejo *Mycobacterium tuberculosis*. Esta bacteria afecta a diversas especies, incluido el ser humano. La transmisión de la enfermedad se origina por el contacto con animales domésticos o salvajes infectados² la transmisión habitual es a través de la vía respiratoria (Productora Nacional de Biológicos Veterinarios, 2018). En México, la tuberculosis es la segunda zoonosis bacteriana más relevante, solo por detrás de la brucelosis (Gutiérrez-Reyes et al., 2012).

La paratuberculosis

La paratuberculosis es una enfermedad crónica e infecciosa que afecta al ganado bovino, ovino y caprino. Es causada por *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis* y se caracteriza por provocar lesiones granulomatosas en el intestino delgado. Esta condición impide la correcta absorción de nutrientes, lo que provoca pérdida de peso y reducción en la producción. La bacteria se elimina por las heces, y el contagio ocurre al consumir calostro, leche, agua o alimentos contaminados. Su evolución lenta y persistente conlleva pérdidas económicas continuas (Guzmán et al., 2016).

Enfermedad respiratoria de los bovinos

La ERB es una afección multifactorial que involucra virus, bacterias, estrés y condiciones ambientales adversas. Es la enfermedad más frecuente y costosa en el ganado bovino a nivel mundial. Sus signos clínicos incluyen fiebre, secreciones nasales y oculares, dificultad para respirar, apatía y, en casos graves, la muerte. Virus como IBR, VRSB, DVB, PI3 y herpesvirus bovino tipo 1 predisponen a infecciones bacterianas secundarias por *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida* e *Histophilus somni*, bacterias comunes del tracto respiratorio superior (Rojas-Martínez et al., 2021). *M. haemolytica* libera leucotoxina que daña leucocitos; *P. multocida* tiene cápsula antifagocítica y LPS; *H. somni* sobrevive intracelularmente y forma biopelículas (Pancieria y Confer, 2010).

La leptospirosis

La leptospirosis es una zoonosis global causada por *Leptospira*, género que incluye 22 especies: 10 patógenas, 5 intermedias y 7 saprófitas (Jaramillo-Meza et al., 2007). Se contagia principalmente a través de la orina de animales infectados (New York State Department of Health, 2011). La leptospirosis provoca alteraciones reproductivas como abortos, nacimientos de crías muertas o débiles, así como una disminución en la producción de leche, lo que genera importantes pérdidas económicas (Ellis, 1994).

Garrapatas

Las garrapatas son ectoparásitos hematófagos que pueden inyectar toxinas y transmitir agentes como *Anaplasma marginale* y *Babesia* spp., causando alta morbilidad y mortalidad en el ganado. En México, la especie más relevante es *Rhipicephalus microplus*, la cual representa un problema global debido a su capacidad de adaptación, y se estima que infesta alrededor del 65 % del territorio nacional (Rojas-Martínez et al., 2021).

La babesiosis

La babesiosis bovina es una enfermedad parasitaria causada por *Babesia bovis* y *B. bigemina*, transmitidas por garrapatas *R. microplus* y *R. annulatus* (Bautista-Garfias et al., 2012). La babesiosis se considera la principal enfermedad transmitida por artrópodos en el ganado bovino. En México, las pérdidas económicas por garrapatas y sus enfermedades se estiman en más de 573 millones de dólares anuales. A esto se suma la falta de vacunas comerciales y reactivos diagnósticos nacionales, así como la creciente resistencia a ixodicidas y los efectos del cambio climático, factores que favorecen la proliferación de vectores y la transmisión de patógenos (Bock et al., 2004; Rodríguez-Vivas et al., 2007; Rodríguez-Vivas et al., 2017).

Además de las garrapatas, otros ectoparásitos como *Haematobia irritans* también representan una amenaza significativa para la salud y productividad del ganado.

4.1.3 *Haematobia irritans*

Las moscas han acompañado al ser humano desde tiempos antiguos, causando molestias, transmitiendo enfermedades graves y afectando tanto a personas como a animales y cultivos. Son una amenaza para la salud pública y su control es esencial. Para combatir las eficazmente, es necesario conocer bien sus especies, ciclos de vida y hábitos. Aunque los métodos actuales no siempre son completamente efectivos, una correcta identificación puede reducir significativamente su presencia y los riesgos que conllevan (Organización Panamericana de la Salud, 1962).

La presencia de la infestación por moscas en las unidades de producción ganaderas en la que pueden estar presentes una o más especies de estos insectos, especialmente cuando sea considerada alta, puede tener un impacto negativo en la salud, bienestar y productividad del ganado (Cruz-Vázquez, 2023). En las áreas tropicales y subtropicales de México los hemoparásitos causan importantes problemas de salud a los animales domésticos, produciéndoles cuadros clínicos de enfermedades y en ocasiones la muerte (Rodríguez-Vivas et al., 2011). La mosca *H. irritans*, es un ectoparásito hematófago del ganado bovino que llegó a Norteamérica en ganado procedente de Europa (Harwood et al., 1987). Es un díptero de la familia Muscidae de importancia económica en la ganadería bovina debido a sus hábitos hematófagos. En la actualidad se encuentra dispersa a lo largo del continente americano y representa una de las plagas de mayor importancia en la ganadería de México y Latinoamérica (Rodríguez-Vivas et al., 2011).

Efectos de *H. irritans* en el ganado bovino.

H. irritans se alimenta de sangre entre 20 y 38 veces al día, lo que causa daños en la piel de los animales, reduciendo su calidad. Estos daños incluyen puntos oscuros y orificios, resultado de respuestas inflamatorias, y pueden generar infiltración eosinofílica, foliculitis y alopecia (Russell et al., 2013, pp. 141-143; Brewer et al., 2021). *H. irritans* transmite *Stephanofilaria stilesi*, que causa lesiones cutáneas en el ganado y puede también transmitir bacterias del género *Staphylococcus* que provocan mastitis.

Además, está involucrado en la transmisión de patógenos como *Trypanosoma vivax*, *Francisella tularensis*, *Corynebacterium pseudotuberculosis*, *Parabronema skrjabini* y *Anaplasma marginale* (Ryman et al., 2013; Palavesam et al., 2012).

Aspectos morfológico *H. irritans*

Haematobia irritans es un pequeño díptero de color gris oscuro; mide entre 2 y 5 mm de largo, aproximadamente la mitad de la mosca doméstica, siendo el más pequeño de los múscidos picadores del bovino (Mancebo et al., 2001).

División del cuerpo

El cuerpo está dividido en tres tagmas: cabeza, tórax y abdomen. La cabeza es relativamente grande y posee gran movilidad. Los ojos, que son compuestos, en los machos son más grandes que en las hembras y están relativamente juntos, característica que también se utiliza para la diferenciación sexual. De la parte ventral de la cabeza emerge una potente proboscis con la cual perfora la piel del vacuno para alimentarse de sangre. Los palpos tienen igual largo o son ligeramente más cortos (Mancebo et al., 2001). El tórax posee dos bandas oscuras y se observan algunas manchas difusas en el dorso del abdomen. Tiene un par de alas membranosas y al igual que todos los dípteros, una pequeña estructura en posterior a cada ala denominada halterio, que sirve para el equilibrio y orientación en el vuelo.

Aparato bucal

Se sabe que, durante la especiación alopátrica, la adaptación a fuentes de alimento puede modificar la forma, función y cantidad de los componentes bucales de los artrópodos. Aunque se han estudiado las piezas bucales de moscas chupadoras, existen pocas descripciones ultraestructurales sobre las moscas hematófagas. La mosca del cuerno tiene las piezas bucales suspendidas bajo la cabeza, compuestas por piezas bucales cortas. Los palpos maxilares están fijados en la parte frontal de la cabeza, detrás de la probóscide, por encima de la membrana clypeal y debajo de la membrana frontoclypeal. *Haematobia irritans* presenta una probóscide tubular corto, con un ápice

distal de tipo perforador-suctor. El haustellum se observa a veces extendido antes de la succión de la sangre del huésped (Fernandes et al., 2020).

Morfología externa de la cabeza

La cabeza de *H. irritans* presenta una notable movilidad y es relativamente grande, dominada por dos prominentes ojos compuestos. Estos ojos son considerablemente más grandes en los machos que en las hembras; en estas últimas están más separados, mientras que en los machos están muy próximos, lo que hace que el área frontal varíe entre sexos: es más estrecha en los machos y más ancha en las hembras. Entre los ojos, en la parte posterior, se encuentran tres ocelos dispuestos en forma de triángulo, ubicados en una zona de la cabeza con surcos y depresiones conocida como triángulo ocela (Fernandes et al., 2020).

Las antenas, un par, están situadas en una depresión de la cabeza llamada fosa antenal o fovéola. Cada antena se compone de tres segmentos basales: el escapo, el pedicelo y el flagelo o funículo, siendo este último el más largo y complejo. En cuanto a la estructura de la cápsula cefálica, se pueden identificar varias regiones topográficas. La frente está localizada entre los ojos y la base de las antenas. La cara, por su parte, se delimita por las suturas frontales y las crestas faciales en los laterales, y termina distalmente en el epistoma.

Morfología externa del tórax

El tórax se caracteriza por el gran desarrollo que presenta el mesonoto ocupando la mayor parte de la cara dorsal. Este segmento está dividido por una estructura transversal en un preescudo anterior reducido y un escudo posterior que soporta el único par de alas. El tercer segmento del tórax está representado por el escutelo, de poco desarrollo. Sobre el mesonoto se distinguen lateralmente engrosamiento a cada lado (Cicchino et al., 1994).

Ciclo biológico

La Mosca adulta vive entre 6 y 8 semanas. La longevidad de las mismas está en relación inversa con las bajas temperaturas, que influye en el desarrollo del ovario, el apareamiento, el desarrollo de las larvas y la emergencia del adulto. Presenta metamorfosis completa, pasando por fases de huevo, larva, pupa y adulto. El apareamiento ocurre sobre el hospedador hacia el segundo día de vida, y la hembra, tras ser fecundada una vez, inicia la oviposición en unas 24 horas. Los huevos se depositan en materia fecal fresca de la figura 1, guiadas por receptores químicos en las antenas. Las larvas atraviesan tres estadios, encapsulándose en un pupario del que emerge el adulto tras :

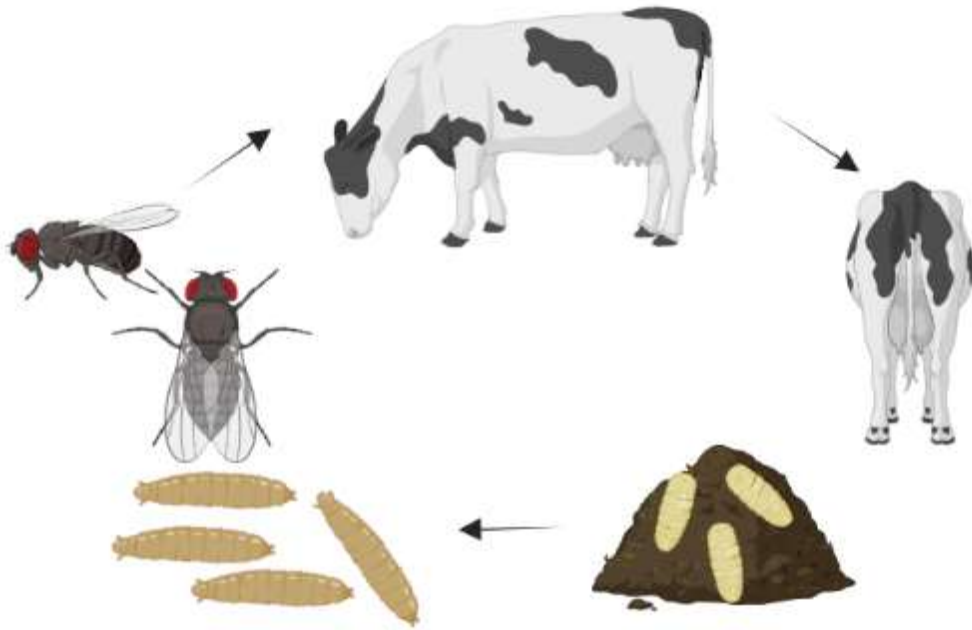


Figura 1. C
BioRender

4.1.4 Control de moscas hematófagas

A lo largo del tiempo, se han desarrollado y perfeccionado distintos métodos para controlar etapas preparasitarias y adultas de mosca *H. irritans*. En México, está presente a lo largo de todo el territorio nacional y su presencia se ha registrado durante todo el año. Para controlar las infestaciones causadas por esta especie, comúnmente se emplean insecticidas pertenecientes a diversas clases químicas, como los piretroides, organofosforados, fenilpirazolonas, reguladores e inhibidores del crecimiento de los insectos. No obstante, el uso excesivo y poco controlado de estos productos ha favorecido el desarrollo de resistencia, especialmente frente a piretroides y organofosforados (Rodríguez-Vivas et al., 2011).

El control de moscas se ha centrado tradicionalmente en el uso de insecticidas. No obstante, en los últimos treinta años se han incorporado métodos alternativos y complementarios, principalmente por los riesgos asociados a los residuos de estos productos en los animales, sus derivados y el estiércol, así como por la rápida aparición de resistencia a los insecticidas por parte de las moscas (Birkemoe et al., 2010; Skovgård, 2004).

Control químico

Organofosforados (OFs): Los organofosforados son insecticidas derivados del ácido fosfórico que afectan el sistema nervioso al bloquear la acción de la acetilcolinesterasa, lo que provoca una acumulación excesiva de acetilcolina y causa la parálisis del insecto. Debido a este mecanismo, también representan un riesgo elevado para animales y humanos. Estos compuestos son empleados para el control ectoparásitos como moscas, pulgas, piojos, ácaros y garrapatas, empleados inicialmente en *H. irritans* (Brito et al., 2019; Oyarzún et al., 2008).

Piretroides (Ps): Los piretroides son insecticidas sintéticos derivados de las piretrinas naturales del *Chrysanthemum*. Actúan sobre los canales de sodio y cloro de los insectos,

alterando la transmisión nerviosa y causando parálisis. Siendo más tóxicos para los insectos a diferencia de mamíferos debido a la sensibilidad y fisiología (Chrustek et al., 2018; Oyarzún et al., 2008).

Fenilpirazolonas: Las fenilpirazolonas, como el fipronil, actúan bloqueando los canales de cloro en los receptores de GABA y en los activadores de glutamato exclusivos de invertebrados, causando parálisis y muerte de los insectos (Grisi et al., 2018).

Lactonas macrocíclicas (LM): Las lactonas macrocíclicas incluyen avermectinas, milbemicinas y espinocinas, que actúan sobre receptores de GABA y glutamato, causando parálisis en insectos y ácaros. Son eficaces contra parásitos internos y externos, y al eliminarse intactas, afectan el desarrollo larval en el estiércol (Pérez-Cogollo et al., 2018).

Control integrado

El control integrado de parásitos (CIP) se basa en comprender el entorno y la dinámica poblacional de los parásitos, aplicando una combinación de métodos sostenibles y compatibles que mantengan sus poblaciones en niveles bajos para evitar pérdidas económicas. Esta estrategia suele implicar una reducción significativa en la frecuencia de tratamientos, lo que disminuye la presión para el desarrollo de resistencia genética en los parásitos y a nivel global han sido evaluadas para el control de *H. irritans*. El principal desafío, especialmente en México, es establecer un programa integral efectivo contra las moscas hematófagas, combinando enfoques químicos y no químicos (Rodríguez-Vivas et al., 2017; Rodríguez-Vivas et al., 2014).

Control biológico

La utilización de enemigos naturales para reducir las poblaciones de este ectoparásito ha sido ampliamente investigada, tanto en estudios de laboratorio como en condiciones de infestaciones controladas y en entornos naturales (Hernández et al., 2004; Arriaga y Cortez-Madrigal, 2018).

Como principales organismos con potencial para el control biológico de *H. irritans* destacan los parasitoides de pupas de moscas, pertenecientes a la familia Pteromalidae, como los géneros *Muscidifurax* y *Spalangia*. Así también bacterias entomopatógenas como *Bacillus thuringiensis*; nematodos como *Steinernema* y *Heterorhabditis*; y hongos patógenos de insectos de los géneros *Beauveria*, *Metarhizium* e *Isaria*. Además, los escarabajos estercoleros de la familia Scarabaeidae contribuyen significativamente al control de esta mosca al descomponer y enterrar el estiércol, impidiendo así el desarrollo de las larvas (Pérez-Cogollo et al., 2018). Los ectoparasitoides completan su desarrollo poniendo huevos dentro de los puparios de los dípteros, sobre el cuerpo de los mismos. Estos agentes de biocontrol son seguros para invertebrados no objetivo, aves y mamíferos, y ayudan a reducir el uso de insecticidas, disminuyendo así la resistencia (Ojeda-Chi et al., 2010; Ojeda-Chi et al., 2011).

4.1.5 Hongos entomopatógenos

Los hongos entomopatógenos conforman un grupo diverso de microorganismos que ofrecen diversos beneficios a los sistemas agroecológicos, entre ellos, la capacidad de controlar poblaciones de plagas de ectoparásitos (Pucheta-Díaz et al., 2006).

Los hongos entomopatógenos poseen un notable potencial como agentes de control biológico, con más de 750 especies distribuidas en el entorno natural, capaces de infectar diversas poblaciones de artrópodos. Entre los géneros más conocidos se encuentran *Metarhizium*, *Beauveria*, *Aschersonia*, *Entomophthora*, *Zoophthora*, *Erynia*, *Eryniopsis*, *Akanthomyces*, *Fusarium*, *Hirsutella*, *Hymenostilbe*, *Paecilomyces* y *Verticillium* (López-Llorca y Jansson, 2001). Los cuales conllevan una gran relevancia dentro de los diversos ecosistemas, teniendo el papel de reguladores de insectos considerados como plaga, influye gran parte del comportamiento asociado del patógeno- hospedero.

Características de los hongos entomopatógenos

La pared celular está constituida por 80% polisacáridos, 20-30% de proteínas y pequeñas cantidades de sales inorgánicas, lípidos y pigmentos. Dentro de ella se presentan variaciones una vez comienzan las diferentes etapas de desarrollo del hongo

alojado y ensamblado en la parte del lumen del insecto. Presentando comportamientos en el retículo endoplasmático liso, rugoso y aparato de Golgi, cumpliendo su fase de integración en la pared celular con la formación de esporas y germinación del micelio (Ruiz, 1991; Harold, 1999; Wessels, 1999).

Beauveria bassiana

Es conocido como un hongo cosmopolita debido a que tiene un nivel de infección de más de 700 especies de insectos denominados ectoparásitos (Bustamante et al., 2019). *Beauveria bassiana* ha cumplido un exitoso trabajo al ser utilizado en investigaciones a nivel laboratorio con distintos géneros de insectos plaga. Se tiene resultados que a partir de las primeras evaluaciones en contra del cafeto *hypothenemus hampei* en México ha incrementado el interés de este hongo como alternativa ecológica (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria [SENASICA], 2016).

En 1834 se tiene registro de la presencia de un hongo que ocasionaba la infección y muerte sobre el gusano de seda *Bombix mori* el cual crecía dentro del insecto vivo, considerándose como un agente infeccioso que podría ser transmitido por contacto y con óptimas condiciones de humedad y temperatura (Steinhaus, 1956). Fue hasta 1912 que se describió considerando el tipo de especies, para 1914 ya se reconocían 14 especies y durante 1954 se tenía el registro de 14 especies existentes (Tanada y Kaya, 1993)

El género *Beauveria* se caracteriza por clasificarse como un hongo de clase Deuteromycetes, familia Monilaceae, las cuales a través de sus hifas septadas se desarrollan conidias. Los cuales producen esterigmas curvados en forma de zig-zag. Este hongo da un aspecto polvoso, algodonoso o amarillento cremoso, teniendo un desarrollo completo de 21 días con temperatura de 27°C (SENASICA, 2016).

Mecanismo patogénico

El efecto patogénico del hongo inicia con el contacto de las esporas en la superficie del integumento del insecto, encontrando el espacio para comenzar la asociación de patógeno- hospedero con la cual se inicia la formación de túbulos germinales y en ocasiones apresorio para comenzar la colonización del hongo (Hajek,

1997; Deshpande, 1999; Milner, 2000; López y López, 2002; Barranco-Florido et al., 2002). Una vez alojado el hongo sobre el insecto comienza con la reproducción de cuerpos hifales secundarios dentro de la procutícula invadiendo la mayor parte de los tejidos musculares adquiriendo nutrientes para desarrollarse (Deshpande, 1999). Al agotarse los nutrientes dentro del insecto las hifas penetran la parte cuticular iniciando el crecimiento micelial del hongo (Gillespie y Claydon, 1989).

4.2 Estado del arte

El control de dípteros hematófagos como *Haematobia irritans* representa un reto constante en la producción ganadera, debido a las pérdidas económicas que provocan por su acción hematófaga, la reducción en la ganancia de peso, la disminución de la producción lechera y los daños en la salud de los animales. En respuesta a este problema, diversos estudios han abordado estrategias alternativas al uso de insecticidas convencionales, destacando el empleo de hongos entomopatógenos como agentes de control biológico. Grisi et al. (2018) realizaron un estudio sobre el impacto económico que generan las afectaciones de la mosca *H. irritans*, quienes concluyeron que reflejan pérdidas millonarias anuales en el sector ganadero, razón por la cual se han explorado mecanismos de control más sostenibles. En este contexto, hongos como *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e incluso *Isaria fumosorosea* han sido ampliamente investigados por su capacidad para infectar y eliminar diferentes estadios de estos insectos.

En estudios de laboratorio, Johnson et al. (2020) demostraron que *B. bassiana* es altamente efectivo para el control de *Musca domestica*, con una mortalidad significativa entre los días 4 y 7 post-aplicación en un 80%, lo que evidencia su potencial bioinsecticida. De forma similar, Bawer, D'Souza y Pradeep (2014) evaluaron la eficacia de *B. bassiana* y *M. anisopliae* sobre *H. irritans* y *Stomoxys calcitrans*, encontrando tasas de mortalidad superiores al 90%, lo que sugiere que ambos hongos podrían usarse como alternativas biológicas viables en el manejo integrado de plagas.

En campo, de Velasco-Reyes et al. (2019) evaluaron una formulación de *M. anisopliae* con 1×10^8 conidios/mL. de concentración sobre bovinos infestados de manera

natural, obteniendo una reducción del 58% en *H. irritans* y del 69% en *S. calcitrans*, sin observarse efectos adversos en la salud de los animales. Estos resultados fueron reforzados por Cruz-Vázquez et al. (2017), quienes reportaron una eficacia del 73% con *M. anisopliae* en condiciones naturales, además de una disminución del comportamiento defensivo del ganado en un 66% a 70%. Adicionalmente, Galindo-Velasco et al. (2015) evaluaron varias cepas de *M. anisopliae* e *I. fumosorosea* bajo condiciones estables en el trópico seco mexicano, observando una reducción del 94% al 100% con concentración de 1×10^8 cfu/mL. (unidades formadoras de colonias por mililitro) en la infestación por *H. irritans* entre los días 12 y 13 post-tratamiento. También se registró una disminución en la generación de nuevas moscas a partir del excremento del ganado tratado, lo que sugiere un efecto residual del tratamiento fúngico.

Otros estudios han abordado la comparación entre diferentes formulaciones y especies de hongos. Por ejemplo, Lohmeyer y Miller (2006) compararon *B. bassiana*, *M. anisopliae* y *Paecilomyces fumosoroseus*, encontrando que *B. bassiana* presentó la mayor eficacia, con mortalidad del 98.4% a los 4 días y 100% a los 7 días, superando considerablemente a las otras especies. Por otra parte, Quesada-Moraga et al. (2006) evaluaron la patogenicidad de aislamientos autóctonos de *B. bassiana* y *M. anisopliae* sobre *Ceratitis capitata*. Si bien se trata de otra especie de díptero, los resultados confirmaron la eficacia de estos hongos, con tasas de mortalidad del 30% al 100% en adultos y del 52.5% al 70% en puparios, dependiendo de la cepa y las condiciones de humedad del suelo.

También fue investigada la susceptibilidad de los diferentes estadios biológicos de *H. irritans* por Ángel-Sahagún et al. (2005), quienes identificaron que los huevos, pupas y adultos pueden ser afectados significativamente por hongos entomopatógenos. Destacaron aislamientos de *M. anisopliae* y *P. fumosoroseus* que redujeron la emergencia de adultos en más del 90%, con valores de (concentración letal) LC_{50} especialmente bajos en cepas como Ma6. Algunos de los estudios han arrojado resultados no tan beneficiosos. Bernal-Medina (2003) evaluó el efecto de *M. anisopliae* sobre larvas de segundo instar de *S. calcitrans* en condiciones in vitro, pero no se

observó actividad fúngica, lo que resalta la necesidad de identificar cepas adecuadas y condiciones óptimas para lograr un efecto entomopatógeno efectivo.

Finalmente, White et al. (2021) realizaron una comparación de cepas de *M. anisopliae* y *B. bassiana* sobre *Musca domestica* utilizando la concentración de 1×10^9 conidio/mL, encontrando que las cepas GHA (comercial de uso agrícola), NFH10 y L90 (aisladas de moscas en granjas lácteas) de *B. bassiana* provocaron una mortalidad más rápida que la cepa F52 de *M. anisopliae*. Intentos de selección artificial para acortar el tiempo de mortalidad no dieron resultados, lo que sugiere que la virulencia también depende de factores fisiológicos del insecto y ambientales. Estos estudios fueron comprobados en la fase de campo, así como in vitro los cuales se convierten en una alternativa biológica prometedora que da pie a más investigaciones.

5. METODOLOGÍA

5.1 Identificación de especie de mosca *H. irritans*

5.1.1 Sitio de estudio

Este trabajo se realizó en el Laboratorio de Control Biológico del Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, ubicado al norte del estado de Veracruz, México como se muestra en la Figura 2. El sitio se encuentra a una altura de 140 msnm, con clima cálido subhúmedo, con una temperatura media anual de 23°C, las lluvias se presentan en verano en los meses de junio a octubre con rango de precipitación de 1100 – 1 300 mm (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010).



Figura 2. Localización del sitio de estudio (INEGI, 2025).

5.1.2 Captura e identificación de mosca *H.irritans*

Se capturaron un total de 195 moscas *Haematobia irritans* en estado adulto empleando una red entomológica representada en la Figura 3, pasándola sobre los animales parasitados naturalmente, que fueron guardados en el establo una vez terminaron de pastar. Una vez capturadas, las moscas fueron colocadas en jaulas entomológicas de cría (20x30x30 cm) (Lopez et al. 2024; Ramirez et al. 2009) y llevadas a Laboratorio

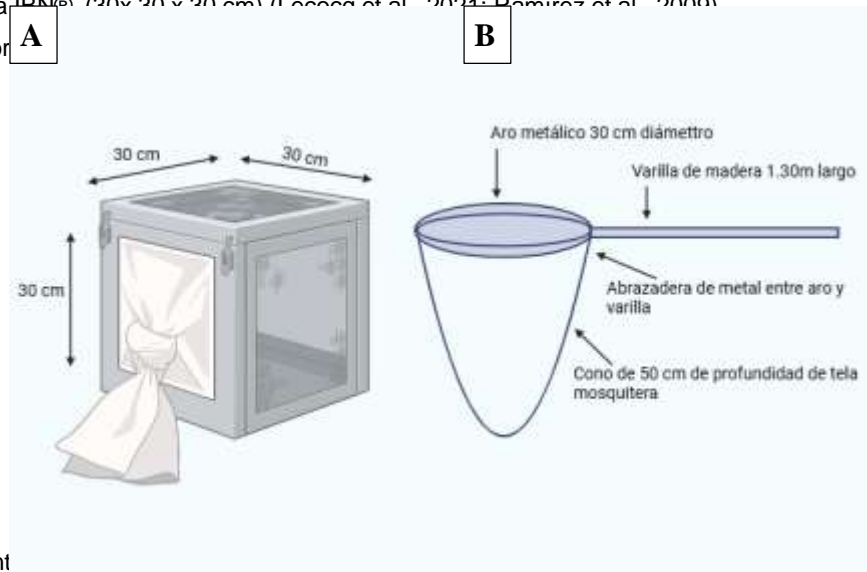


Figura 3. A) Jaula entomológica de cría (20x30x30 cm) (Lopez et al. 2024; Ramirez et al. 2009) y llevadas a Laboratorio. **B)** red entomológica de captura con sus dimensiones.

5.2 Efecto bioinsecticida de *Beauveria bassiana*

Una vez capturadas e identificadas, las moscas se mantuvieron bajo condiciones controladas (Cruz et al., 2011) con una temperatura de entre 26°C y 30°C y humedad relativa >90% y fotoperiodo de 12:12(L: D) h (Burg et al., 1993). Las moscas fueron alimentadas mediante cámara de alimentación las primeras 24 horas ofreciéndoles almohadillas impregnadas con 10 mL de sangre citratada a una temperatura de 3°C comprobando previamente que aceptaban el alimento suministrado. Las cámaras se lavaron y desinfectaron cada 12 horas al ser reemplazada la sangre. Las jaulas entomológicas de cría IBN®, de la Figura 4, con moscas se mantuvieron en una mesa de laboratorio fija durante su mantenimiento. Para este estudio se aplicaron tres tratamientos experimentales: dos con suspensiones de hongo con una concentración de $8,275 \times 10^6$ conidios/mL, el primero con 5 mL (T1) y el segundo con 10 mL (T2), ambos con trece repeticiones. El control (T3) consistió en la aplicación de 5 mL de agua destilada. Todas las dosis fueron aplicadas uniformemente, se sellaron y se colocaron en una mesa a temperatura de 27°C.



Figura 4. Jaulas entomológicas (Cruz et al., 2025).

5.2.

San

Ame

(Yel

alco

350

desi

Dich

por

2.45

administrados los 350 ml de sangre fueron extraídos 26 ml de solución anticoagulante para obtener el volumen adecuado de anticoagulante para los 350 mL de sangre.



Figura 5. Bolsa recolectora con 500 mL

5.2.:

en l
de p
se c
una
en l



Figura 6. *H. irritans* durante el proceso de alimentación en cámara (Mateo-Díaz, 2025).

5.2.3 Hongo entomopatógeno

Los conidios de *Beauveria bassiana* fueron adquiridos por medio de raspado de cepas previas con ayuda de un asa bacteriológica y suspendidos en 1000 mL de agua estéril y homogeneizados mediante una parrilla e imanes de agitación. Se determinó la concentración de conidios con ayuda de un hemocitómetro representado en la Figura 7, utilizando la concentración de 8.275×10^6 conidios/mL.

Para realizar el conteo de esporas y la determinación de la concentración de conidios, fue necesario el uso de un surfactante para facilitar la homogenización del hongo en agua destilada (Quispe-Eduardo et al., 2024). El material requerido incluyó: dos vasos de precipitado de 1000 mL, dos mecheros, un asa bacteriológica, un imán giratorio, una parrilla magnética, alcohol, agua destilada, torundas de algodón, una pipeta de 25 mL, un hemocitómetro o cámara de Neubauer, y un microscopio compuesto para

el análisis (Bonjour, 2021). El procedimiento comenzó con la esterilización del vaso de precipitado y la desinfección del área de trabajo. De igual manera, con la ayuda de una torunda de algodón empapada en alcohol, se desinfectó la cámara de Neubauer (Santos, 2022). Posteriormente, se vertió 1 L de agua destilada en el vaso de precipitado, se conectó la parrilla magnética y se introdujo el imán dentro, manteniendo la agitación a 2500 rpm durante 5 minutos. Posteriormente, se encendieron los mecheros, colocándolos a ambos lados de la parrilla, y se procedió al raspado de una cepa de hongo utilizando el asa bacteriológica. La cepa fue depositada en el agua destilada (Etcheverry, 2023) añadiendo dos gotas de surfactante. La mezcla se mantuvo en agitación durante 15 minutos a 2500 rpm. Una vez transcurrido el tiempo de agitación, se preparó el hemocitómetro, colocándose el cubreobjetos sobre la cámara. Con la pipeta de 25 mL, se tomó una muestra de la solución de hongo preparada y se depositaron dos gotas bajo el cubreobjetos, en la cámara superior y la cámara inferior, dejándola reposar durante 3 minutos (Calderón y Moreno, 2022). Se procedió al conteo de esporas mediante el microscopio compuesto, observando las esporas bajo el hemocitómetro para determinar su concentración (Muñoz-Adalia, 2022).

Para determinar la concentración de esporas por mililitro, se utilizó un hemocitómetro, identificando previamente los cuatro cuadros ubicados en las esquinas (C1, C2, C3 y C4) y el cuadro central de la cámara (C5). El conteo se realizó con un microscopio óptico empleando un objetivo de 40X, conforme a lo descrito por Calderón y Moreno (2022). Las esporas fueron cuantificadas en los cinco cuadros mencionados, y posteriormente, se calculó la concentración de conidios utilizando la fórmula propuesta por Bastidas (2011):

$$\text{Concentración (esp/ml)} = \frac{\text{número de esporas}}{\text{Volumen(en ml)}}$$

$$\text{Concentración} = \frac{\text{número de esporas} \times 10.000}{\text{número de cuadros}}$$

Donde:

Número de esporas= 66.2 número total de esporas contadas en la cámara superior e inferior.

Volumen= 2 mL volumen total de las dos cámaras.

Numero de esporas x 10.000=827.5

Numero de cuadrados= 25 total de cuadros del hemocitómetro

A partir de este procedimiento, se obtuvo una concentración de 8.275×10^6 conidios/mL.

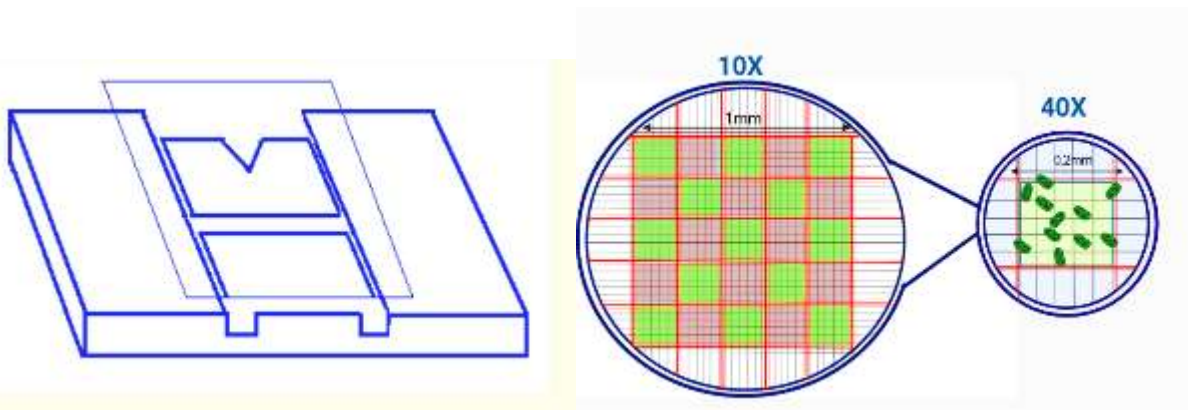


Figura:

2025). Creado en BioRender.

5.2.4 Diseño experimental (*In vitro*)

Para el presente estudio se evaluó efecto bioinsecticida del hongo *Beauveria bassiana* sobre la mosca *H. irritans*. Se utilizaron un total de 195 moscas, distribuidas en tres grupos experimentales con 65 moscas por tratamiento. Las moscas fueron alojadas en jaulas entomológicas de cría IBN® y posteriormente asperjadas con la suspensión de conidios del hongo (Bawer et al., 2014) mediante un pulverizador manual. Tras la exposición, las moscas detectadas muertas debido al efecto de la infección fueron

trasladadas a cámaras húmedas (White et al., 2021). Se utilizó el diseño completamente a azar con 13 repeticiones por tratamiento que fueron colocadas en una mesa (Figura 8). Cada cámara húmeda albergó un total de cinco moscas, dos grupos recibieron una suspensión de conidios con una concentración de 8.275×10^6 conidios/mL; para el primer tratamiento (T1), se administraron 5 mL de la suspensión, mientras que para el segundo tratamiento (T2) se administraron 10 mL de la suspensión (T3) se administró 5 mL de agua destilada (Lecocq et al., 2021).



Figura 8. Distribución de cámaras húmedas de los tratamientos T1, T2 y T3 (Mateo-Díaz, 2025).

5.2.5 Análisis estadístico

El efecto de los tratamientos con *Beauveria bassiana* sobre la mortalidad de adultos de *Haematobia irritans* se evaluó mediante un análisis de Chi-cuadrado de Pearson. Todos los análisis estadísticos y gráficos fueron realizados en R Studio. Los resultados se evaluaron con un nivel de significancia de $p < 0.05$

5.3 Aplicación en fase en campo

5.3.1 Sitio y condiciones de campo

La investigación se llevó a cabo dentro de las instalaciones del área experimental de agronomía del Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, durante los meses de septiembre a diciembre, correspondiente a la estación otoño-invierno. Durante este periodo, se observó una alta prevalencia de humedad media del 64% (Servicio Meteorológico Nacional, s.f.). Para el estudio, se utilizó una becerro de raza suizo americano de 12 meses de edad, la cual fue parasitada con las moscas *Haematobia irritans* (Galindo-Velasco et al., 2015). Se diseñó un corral (Figura 9), con las siguientes dimensiones: 4 m de largo, 3 m de ancho y 2 m de alto, proporcionando el espacio adecuado para el movimiento del animal y para el comedero y bebedero. El corral fue construido con tela mosquitera, lo que impedía la entrada y salida de insectos (Anastasia et al., 2008). Asimismo, se construyó una puerta para permitir el acceso del personal encargado de la alimentación del animal. Las esquinas del corral fueron reforzadas con polines de madera de pino, enterrados a una profundidad de 40 cm cada uno para asegurar la estabilidad. Se agregó un lecho de aserrín de 15 cm de espesor (Watson, Rutz, et al., 1996), el cual ayudaba a la absorción de la humedad de la materia fecal y facilitaba el mantenimiento del corral. El aserrín se cambió cada tercer día para mantener un ambiente saludable para el animal (Berrones, 2023). Para la alimentación, se proporcionó un comedero de madera con las siguientes dimensiones: 1.5 m de largo, 25 cm de ancho y 15 cm de profundidad. El comedero fue llenado diariamente con el alimento correspondiente. El agua potable se proporcionó en un recipiente de 20 litros de capacidad, el cual se cambió dos veces al día, asegurando que siempre estuviera limpio y disponible para la becerro. La dieta del animal consistió en un alimento balanceado V-ital Ganado, acompañado de silo de pasto Maralfalfa, Roxo y CT-115. Las condiciones de alimentación y suministro de agua fueron diseñados específicamente para este estudio.

Se localizaron tres ranchos dedicados a la actividad ganadera, en los cuales se observó una prevalencia de moscas *H. irritans*. Los ranchos seleccionados fueron: Rancho El Cristo y Rancho Tancheche, ubicados en la localidad de Tancheche, perteneciente al municipio de Tempoal, Veracruz; así como el Rancho El Pénjamo, ubicado en la localidad de Coyol, en Tantoyuca, Veracruz. Para la captura de las moscas, se utilizó la metodología descrita por Lecocq et al. (2021), donde se lograron capturar un total de 65 moscas *H. irritans*. Una vez capturadas, las moscas fueron trasladadas inmediatamente al laboratorio, donde fueron alimentadas durante una hora con sangre citratada (Yeh. et al., 2009).

Transcurrida la hora de alimentación, las moscas fueron trasladadas al corral experimental y liberadas en su totalidad con el fin de que parasitaran al animal en experimentación.

5.3.3 Aplicación del tratamiento con *B. bassiana*

Una vez liberadas dentro del corral, las moscas comenzaron a posarse sobre el animal. En ese momento, se procedió a aplicar el tratamiento mediante la aspersion de 5 litros de una suspensión fúngica sobre el cuerpo del bovino, utilizando una bomba de aspersion manual, según la metodología descrita por Cova et al. (2009). La suspensión contenía una concentración de *Beauveria bassiana* de 8.275×10^6 conidios/mL, de acuerdo con Calderón y Moreno (2022). Dicha suspensión fue preparada media hora antes de la aplicación, siguiendo la metodología previamente descrita. El hongo fue administrado en la mayor parte del cuerpo del animal, especialmente en aquellas áreas donde las moscas tienen mayor tendencia a posarse, como el lomo, el cuello, el centro y la parte posterior del animal, evitando la aplicación en la cabeza (Rodríguez-Vivas et al., 2023).

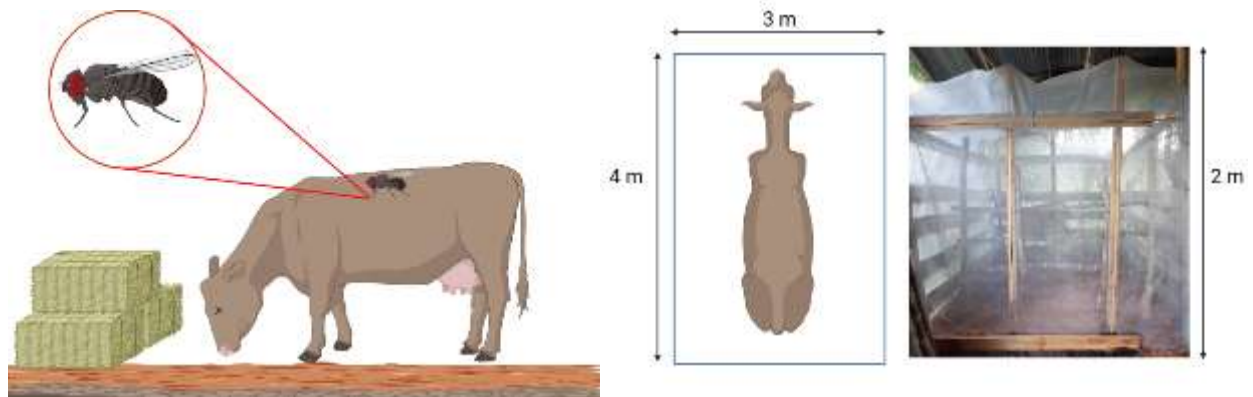


Figura 9. Diseño y dimensión del corral experimental donde fue alojado el bovino (Mateo-Díaz, 2025). Creado en BioRender.

5.3.4 Método de conteo de moscas

Para el registro de conteo de moscas sobrevivientes después de asperjar el hongo se utilizó la metodología descrita anteriormente. El procedimiento consistió en la captura fotográfica del bovino desde ambos costados como lo muestra la Figura 10, abarcando áreas específicas como la cabeza, las regiones cervicales, la espalda, los costados y las extremidades (de Velasco-Reyes et al., 2019). Este enfoque permitió obtener imágenes completas y representativas de la distribución de las moscas sobre el animal. La captura fotográfica se realizó utilizando un dispositivo móvil con una cámara de alta resolución de 40 megapíxeles, lo que permitió obtener imágenes nítidas y detalladas para un análisis posterior más preciso. Esta actividad se realizó de 10:00 a 11:00 am diariamente. Dichas imágenes fueron analizadas detalladamente mediante computadora durante los 14 días de cada tratamiento (Johnson, White, et al., 2020).



Figura 10. A) Presencia de *H. irritans* sobre la región dorsal (lomo) del bovino, comportamiento común debido a la facilidad de acceso a la piel y el flujo sanguíneo superficial. B) Concentración de *H. irritans* en las extremidades (patas), una zona menos habitual. (Mateo-Díaz, 2025).

5.3.5 Diseño experimental (*In vivo*)

Para la siguiente fase del estudio, se evaluó la mortalidad causada por el hongo *Beauveria bassiana* sobre la mosca *Haematobia irritans* en bovino. El diseño experimental fue completamente aleatorizado, con dos tratamientos y tres repeticiones para cada uno. En el tratamiento uno (T1), se administró 5 Litros de la suspensión con 8.275×10^6 conidios, mientras que en el tratamiento dos (T2), se utilizó 5 litros agua destilada como control.

5.3.6 Análisis estadístico

Se evaluó la mortalidad de adultos de *H. irritans* sobre el bovino mediante un análisis de Chi-cuadrado de Pearson. Todos los análisis estadísticos y gráficos fueron realizados en R Studio. Los resultados se evaluaron con un nivel de significancia de $p < 0.05$.

5.4 Identificación filogenética de *Beauveria bassiana* La cepa de *Beauveria bassiana* fue aislada a partir de suelo recolectado en la

región montañosa de la localidad de Tametate, Veracruz. Para ello, se colocaron cinco

5.4.1 Preparación de medio de cultivo

larvas de insecto en contacto con el suelo dentro de un recipiente, manteniéndolas durante ocho días bajo condiciones de humedad adecuada. Las muestras se incubaron a temperatura ambiente (28 °C), asegurándose de voltear periódicamente a las larvas para garantizar el contacto uniforme con el sustrato (Doberski et al., 1980). Transcurrido el periodo de exposición, se extrajeron las larvas muertas y se desinfectaron superficialmente con una solución de hipoclorito de sodio al 1 % durante tres minutos. Luego, fueron enjuagadas y colocadas sobre papel filtro estéril para escurrir el exceso de solución. Posteriormente, se incubaron en cámaras húmedas, diseñadas para mantener condiciones favorables al crecimiento fúngico (Hatting et al.1999). Las larvas fueron observadas diariamente con el propósito de detectar signos de crecimiento micelial sobre su superficie. Los hongos que se desarrollaron fueron aislados y transferidos a medio de cultivo selectivo para su purificación e identificación.

La cepa se cultivó en el laboratorio en Agar Dextrosa y Papa (MCD Lab ®) según la metodología de (De Velasco-Reyes et al, 2019). Para preparar el medio de cultivo se colocó material requerido en un matraz limpio y seco, agregándole 500 mL de agua destilada agitando constantemente para disolver 19.5 gramos del producto siguiendo las indicaciones de la etiqueta, una vez el medio de cultivo cambió de color, se tornó ligeramente a transparente, se colocó sobre el matraz una tapa para posteriormente esterilizarlo en una autoclave durante 15 minutos a 121°C. Terminada la esterilización se retiró y se dejó enfriar a temperatura ambiente para poder realizar el vaciado en ambiente aséptico en cajas Petri esterilizadas con ayuda de un mechero de alcohol. Una vez que el medio de cultivo solidificó se procedió a realizar la siembra de micelio de hongo *Beauveria bassiana* incubado por 21 días (Figura 11) (Mata et al., 2020).



Figura 11. Cepa de hongo *Beauveria bassiana* en 21 días de incubación (Mateo-Díaz, 2025).

5.4.2 Identificación de aislamientos

5.4.2.1 incubación y selección molecular

Se incubaron 20 aislamientos en cajas Petri y se realizó su caracterización morfológica mediante observaciones macroscópicas y microscópicas. Se evaluaron aspectos como la textura, color, forma, margen y topografía de las colonias fúngicas en medios de cultivo. Las cepas de hongos de mejor apariencia fueron seleccionadas para ser analizadas mediante filogenia molecular (González et al., 2021). Debido a la simplicidad estructural y falta de variación fenotípica distintiva la identificación de especies *Beauveria* se convierte en una identificación difícil. Por ello el uso de datos mediante secuencia es de gran importancia para establecerse entre especies mediante métodos de DNA utilizando enfoques genómicos (Vinuesa, 2007).

5.4.2.2 Marcadores moleculares

Se utilizó filogenia utilizando marcadores moleculares RPB1, TEF1, ITS y RPB2 para examinar las relaciones filogenéticas y evaluar los límites de las especies dentro del género *Beauveria*. Para los análisis filogenéticos moleculares se extrajeron pequeñas muestras semisólidas de micelio de cultivos de PDA (Lakshita et al., 2024), de los cuales fueron secuenciados cuatro genes, donde cada gen se amplificó mediante la reacción de cadena polimerasa (PCR) en el laboratorio de Genética del COLPOS Campus

Montecillo así mismo se utilizó el software BioEdit alineador de secuencias para su concatenado, modelos de sustitución nucleotídica, reconstrucción filogenética con construcción de árboles filogenéticos mediante inferencia bayesiana (Mr Bayes) y máxima verosimilitud (RaxML) y visualización de árboles filogenéticos mediante FigTree.

Para el inicio de la práctica se desinfectó la cámara de extracción con ayuda de alcohol y sanitas, una vez desinfectada se colocaron tubos para muestra los cuales fueron rotulados (L1B) y (L2B) donde fueron agregados con ayuda de una micropipeta 1 mL de CTAB y se agregó a cada tubo. Mediante raspado con ayuda de una puntilla se agregó micelio del hongo a cada tubo cerrando completamente y se procedió a agitar por 10 segundos manualmente. Se colocó sobre un flotador llevado a baño maría durante 1:30 min. Una vez transcurridos el tiempo se colocó en un agitador durante 5 minutos para asentar residuos celulares. En nuevos tubos rotulados se transfirió el líquido centrifugado y se agregó 500 microlitros de cloroformo agitando por 10 minutos manualmente para ayudar a separar los procesos. Se centrifugó durante 10 minutos y se agregó 700 microlitros de cloroformo y se volvió agitar manualmente por 10 minutos y fue llevado a la centrífuga por 10 minutos.

Nuevamente se rotularon nuevos tubos agregando 950 microlitros de etanol al 100%. Se llevó al refrigerador a -20°C durante 10 minutos, posteriormente se sacaron los tubos fríos y se agregó el material previamente centrifugado, se agitó por 10 veces manualmente y fueron colocados en una gradilla a temperatura de -20° C durante 24 a 48 h. Transcurrido el total de horas fue necesario centrifugar durante 30 minutos, después se decantaron los tubos en un vaso de precipitado. Se agregó 400 microlitros de agua grado HPLC y fue llevado a baño maría durante 10 minutos, a cada tubo se le agregaron 34 microlitros de acetato de sodio y 1 mL de etanol. Fue llevado al congelador durante 1 hora a temperatura de -20°C. Después del paso de una hora los tubos se sacaron y centrifugaron durante 15 minutos y nuevamente se llevaron a decantar. Se agregó 600 microlitros de isopropanol al 70% y se colocaron en el agitador por 10 minutos, este paso se repitió por dos veces. Posteriormente se decantaron los tubos en vaso de precipitado, se colocó una toalla absorbente y los tubos se dejaron boca bajo

durante 5 minutos para su secado. Después se formaron en forma horizontal durante 2 horas hasta permitir el secado. Se acomodaron en gradilla y transcurridas 3 horas agregando 30 microlitros de agua destilada. Fueron llevados a baño maría y colocados en el agitador por 10 segundos. Se utilizó el DNA para validar el método analítico de cuantificación mediante el espectrofotómetro NanoDrop con el que se permitió cuantificar cantidades y medir ácidos nucleicos. Añadiendo 2 microlitros sobre el lente de agua HPLC y mediante el software se guardaron los resultados.

5.4.3 Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR)

Se utilizó la reacción en cadena de la polimerasa para amplificar fragmentos de DNA mediante un termociclador para las temperaturas adecuadas (Karunanathie et al., 2022), el Buffer para las soluciones amortiguadoras, las bases nucleótidas (DNTPS) y Primers para amplificar el ITS. Se rotularon tubos nuevos agregando agua HPLC: Tubo L1 97 μ L, tubo 2 96 μ L. Posteriormente fue agregado el DNA a cada tubo: Tubo L1 3 μ L, Tubo L1 4 μ L. Los tubos fueron agitados y con los dedos fueron sacudidos de forma suave. Se llevó a centrifugar durante 10 segundos y fueron guardados en bolsa de plástico. Se rotularon 6 tubos nuevos: Tubo L1 ITS1, Tubo L2 ITS2, (-) ITS (-). Posteriormente fue elaborado un master Mix para PCR: H₂O 47.16 μ L, Buffer 18 μ L, DNTPS 3.6 μ L, Primer F 1.08 μ L, Primer R 1.08 μ L, Taq polimerasa 1.08 μ L. Se centrifugó durante 10 segundos y se le agregaron 12 μ L de Mix /3 DNA a cada tubo. A los tubos rotulados como negativos (-) se les agregó agua y fueron llevados a centrifugado por 10 minutos. ITS fue llevado dentro del termociclador por 4 h y el TEF por 2:49 horas.

Se rotularon 6 tubos: Tubo L1 ITS1, Tubo L2 ITS2, (-) ITS (-). Posteriormente fue elaborado un master Mix para PCR: H₂O 47.16 μ L, Buffer 18 μ L, DNTPS 3.6 μ L, Primer F 1.08 μ L, Primer R 1.08 μ L, Primer R 1.08 μ L, Taq polimerasa 1.08 μ L, DNA 3 μ L. Los tubos fueron llevados al termociclador de 2- 3 horas. Una vez terminando el paso anterior se agregó 2 ml de agarosa y se agitaron para posteriormente ser llevados al horno durante 2 minutos el cual se aplicó sobre la cámara y por 25 minutos se dejó solidificar,

se agregó sobre electroforesis permitiendo la generación de un campo eléctrico alrededor de un gel donde fueron depositadas las muestras.

5.4.4 Electroforesis y comprobación de la integridad del ADN

La electroforesis representada en la Figura 12 se utilizó para separar moléculas de ADN en función de su tamaño y carga eléctrica. Se utilizó una corriente eléctrica para mover las moléculas a través de un gel de agarosa (Polo-Álvarez, 2018). Los poros del gel funcionaron como una especie de malla, permitiendo que las moléculas de ADN más pequeñas se desplazaran más fácilmente y a mayor velocidad, mientras que las más grandes quedaron retenidas y avanzaron más lentamente. Para determinar el tamaño de las moléculas de una muestra, se usaron estándares de tamaños conocidos que se separaron en el mismo gel y luego se compararon con la muestra. Posterior a este último paso de laboratorio se procedió a enviar las muestras realizadas al laboratorio de análisis de datos multiómicos Psomagen Inc. para obtener una identificación molecular.

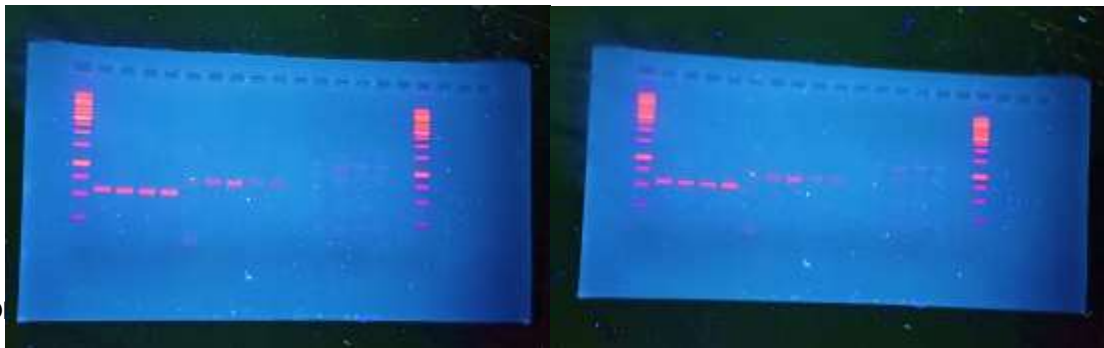


Figura 12. O
(Mateo-Díaz, 2023).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Identificación de mosca *H. irritans*

Se realizó el análisis morfológico para la identificación mediante claves taxonómicas de la mosca *H. irritans* (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 1962, pp. 5–8) utilizando un microscopio compuesto en el cual fue localizado: con vista inferior: cabeza, tórax y abdomen (A), Vista dorsal (B). Vista inferior: cabeza y piezas bucales de la mosca (C), alas (D), Tórax y abdomen (E), vista inferior patas (F) mostradas en la Figura 13. Los resultados fueron comparados con la descripción realizada por Cicchino et al. (1994), quienes realizaron un análisis morfológico detallado de esta especie en Argentina. Dichas observaciones coinciden con las características morfológicas señaladas, mostrando la vista dorsal la forma alargada del tórax y abdomen, además de las alas bien desarrolladas y vista de la cabeza. Reafirmando la similitud en una correcta identificación taxonómica de la mosca.

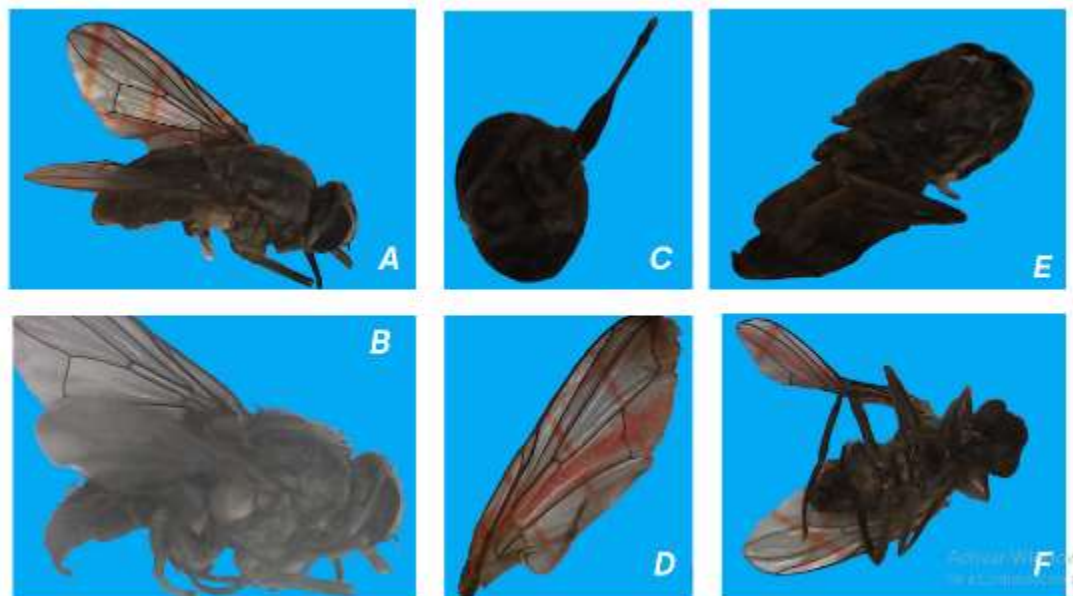


Figura 13. Parte
(Mateo-Díaz, 20.

6.1.1 Fase *In vitro*

El efecto de *Beauveria bassiana* sobre la mortalidad de las moscas se evaluó observando la presencia de micelio sobre *H. irritans* que emergió después de los 7 días de incubación teniendo un periodo total de 13 días incubadas presentado en la Figura 15. Los resultados de la Figura 14 mostraron un efecto significativo de ambos tratamientos con el hongo (T1 y T2) sobre la efectividad de *B. bassiana* sobre las moscas, en comparación con el grupo control (agua destilada). El valor de p en la prueba de Chi-cuadrado fue 0.001, lo que indica diferencia estadística en la presencia de micelio entre los grupos tratados y el grupo control. Al comparar los resultados del efecto de *B. bassiana* sobre la mortalidad y presencia de micelio (Tabla 1) se hizo evidente la presencia micelial superior en las moscas tratadas con 5 mL de la suspensión (60 %) mientras que aquellas que recibieron 10 mL de la suspensión, solo provocaron un 29.23 % de presencia micelial. Lo anterior podría indicar que una menor dosis de la suspensión pudo haber tenido un efecto más efectivo en la formación de micelio. Barta et al. (2022) en su estudio sobre *Stomoxys calcitrans* (mosca del establo) mostró una baja prevalencia de infección, utilizando una concentración de 1×10^6 esporas/mL. La baja mortalidad observada en este caso contrasta con nuestros hallazgos de mayor eficacia en el control de *Haematobia irritans*. Los factores ambientales como la temperatura, humedad y la forma en que se aplica el hongo también juegan un papel importante en la eficacia del control biológico elemento que deben ser considerados para futuros estudios. Mientras que Paico-Marín et al. (2023) en su estudio observaron mortalidades significativas en mosca del género y especie *Cosmopolites sordidus* y *Spodoptera frugiperda* tratadas con *Beauveria bassiana*, observando que en *C. sordidusa* las concentraciones de 3×10^7 conidios/mL alcanzaron un 70 % de mortalidad a la cuarta semana de aplicación, mientras que con la concentración más alta de 7×10^7 conidios/mL (alta concentración de *Beauveria bassiana*) la mortalidad fue de un 90 %. En el estudio presentado por Lecocq et al. (2021) mostró que *Beauveria bassiana* reduce significativamente la esperanza de vida de *H. illucens*, con una media de 6.1 ± 0.1 días en el tratamiento HighBb, frente a 14.8 ± 0.4 días en el control. La esporulación fue exitosa, con un 36 % y 96 % de las moscas esporuladas en los tratamientos LowBb y HighBb, respectivamente.

Además, las hembras en el tratamiento HighBb pusieron significativamente menos masas de huevos (3.3 ± 1.1) que las del control (15.3 ± 2.5) y LowBb

(12.3 ± 2.2). Estos hallazgos sugieren el potencial de *B. bassiana* como agente de control biológico de *H. illucens*. En el estudio de White et al. (2021), las cepas de *Beauveria bassiana* (GHA, NFH10, L90) mostraron ser más rápidas que *Metarhizium anisopliae* F52 para matar moscas domésticas. A una concentración de 1×10^9 conidios/ml, el LT50 (tiempo letal medio al 50 %) varió entre 3.8 y 5.2 días para las cepas de *Beauveria*, mientras que en 1×10^8 conidios/ml, los valores fueron de 4.9 a 7.8 días. En una concentración de 1×10^7 conidios/mL, el LT50 fue de 7.6 a 9.4 días. Las cepas *Beauveria* GHA y NFH10 fueron significativamente más virulentas que *M. anisopliae* F52. La selección para mayor velocidad de mortalidad no produjo mejoras significativas en la virulencia de las cepas después de 10 generaciones experimentando mejorar la velocidad de mortalidad. En el estudio de Kökdener (2022), se evaluó la efectividad de varios agentes de biocontrol y un insecticida sintético sobre *Musca domestica*. Los resultados mostraron que los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* alcanzaron una mortalidad del 100 % en las larvas de primer estadio a los 13 días con el tratamiento LT₉₀ (tiempo letal al 90 %). El insecticida químico *Proteus* (Tiacloprid y Deltametrina) mató el 58 % de las larvas en el primer día y alcanzó el 100 % en el decimotercer día así también las pupas, la mortalidad fue del 98 % con *Metarhizium anisopliae*, mientras que el porcentaje de emergencia de adultos fue más bajo en tratamientos con *P. fumosoroseus* y *Azadirachtin-A* (20 %). Los resultados indican que tanto los biocontroladores como los insecticidas sintéticos fueron efectivos, con los insecticidas sintéticos mostrando resultados más rápidos.

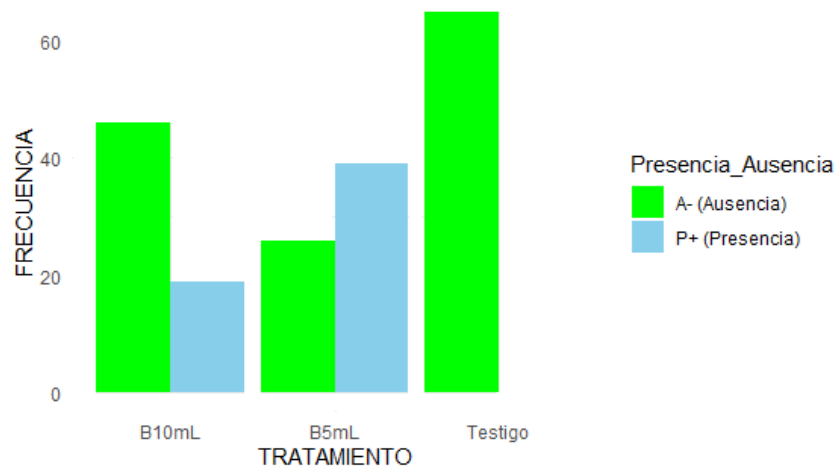


Figura 14. Gráfica representativa de los tres tratamientos utilizados, mostrando la distribución de presencia y ausencia de micelio sobre la mosca, así como la frecuencia con la que se presentó en cada una de las repeticiones.

Tabla 1. Cantidad y porcentaje de moscas muertas (*H. irritans*) con presencia y ausencia de micelio asperjadas con distintas concentraciones de *B. bassiana* en condiciones *in vitro*.

Cantidad/Por ciento	Tratamientos			Significancia
	(8.275 x 10 ⁶ conidias)		Control	
	5 mL	5 mL	10 mL	
Presencia de micelio (n)	39	0	19	-
Ausencia de micelio (n)	26	65	46	-
Total individuos (n)	65	65	65	-
Presencia de micelio (%)	60.0	0.0	29.23	***
Ausencia de micelio (%)	40.0	100	70.77	***
Por ciento total (%)	100	100	100	-

Nota: *** indica diferencia estadística (p < 0.001).



Figura 15. Mosca *H. irritans* bajo efecto del hongo *Beauveria bassiana* después de 21 días de incubación A) Mosca infectada con presencia visible de micelio blanco en la región torácica y articulaciones B) Detalle de una mosca con crecimiento micelial abundante en la cabeza y patas, C) Mosca completamente recubierta por estructuras miceliales, evidenciando la capacidad del hongo para invadir y emerger desde el interior del insecto (Mateo-Díaz, 2025).

6.1.2 Fase *In vivo*

Se evaluó la mortalidad de *Haematobia irritans* en bovinos inducida por el hongo *Beauveria bassiana*. El análisis estadístico mediante el test chi-cuadrado de Pearson reveló un valor de $X^2 = 123.29$, con 1 grado de libertad y un valor $p < .001$. Los resultados de la Figura 16 indican que la diferencia observada entre los tratamientos. Según el análisis de realizado fue significativa, sugiriendo una asociación estadísticamente significativa entre la aplicación de la suspensión de conidios de *Beauveria bassiana* y la mortalidad de *Haematobia irritans* en bovinos. En la Tabla 2 se observa la cantidad y porcentaje de moscas vivas y moscas muertas de *H. irritans* asperjadas con 5 L de suspensión de *B. bassiana* y agua destilada obteniendo el 92.31 % de moscas muertas con la aplicación de 8.275×10^6 de *B. bassiana*. Los hallazgos de Cova y Scorza-Dagert| (2006), reportaron las nebulizaciones semanales lograron reducir en un 100 % la densidad de moscas en los galpones avícolas durante tres semanas, sugiriendo que *B. bassiana* posee un control temporal efectivo, no solo en condiciones controladas de laboratorio, sino también en entornos semicontrolados. De Velasco-Reyes et al. (2019), en su investigación donde evaluó la eficacia de la cepa 135 de *Metarhizium anisopliae*

(Ma135) con una concentración de 1×10^8 conidios/mL. validaron que el uso de microorganismos es una estrategia eficaz para el control biológico concluyendo que el control de la infestación por moscas hematófagas en el ganado usando hongos entomopatógenos representa una alternativa de control biológico que puede ayudar a limitar el uso de insecticidas químicos y sus efectos negativos en la salud pública y el medio ambiente. No existe en la literatura información sobre el uso de *Beauveria bassiana* para el control de *H. irritans* bajo condiciones de infestación natural; sin embargo, se han evaluado diferentes formulaciones acuosas de *M. anisopliae* en condiciones de infestación natural y controlada de *H. irritans* con resultados promisorios. Mochi et al (2010), aplicaron por aspersion una formulación acuosa de *M. anisopliae* E9 3×10^{10} conidios/mL, cuatro veces con intervalo de 5 días a ocho animales infestados de forma natural con *H. irritans*, reduciendo la infestación por arriba del 50 %. Según resultados mostrados por Galindo-Velasco et al (2015), en la investigación con infestación controlada de *H. irritans* encontraron una reducción de infestación de hasta 100 % a los 13 días post-tratamiento, utilizando diferentes cepas de *M. anisopliae* a una concentración de 1×10^8 unidades formadoras de colonias/ml aplicadas por aspersion. Cruz-Vázquez et al (2017), estudiaron la eficacia de la formulación acuosa de la cepa Ma134 a una concentración de 1×10^8 conidios/mL, aplicada por aspersion en cuatro ocasiones con un intervalo de siete días en vacas Holstein infestadas de forma natural con *H. irritans*, en este estudio la reducción fue 68.6 %. En el caso de *S. calcitrans*, solo existe la evaluación de la formulación acuosa de Ma134, aplicada por aspersion a una concentración de 1×10^8 conidios/mL cuatro veces con intervalo de siete días a ocho animales infestados de forma natural; en el ensayo, se obtuvo el 73 % de eficacia de la formulación acuosa.

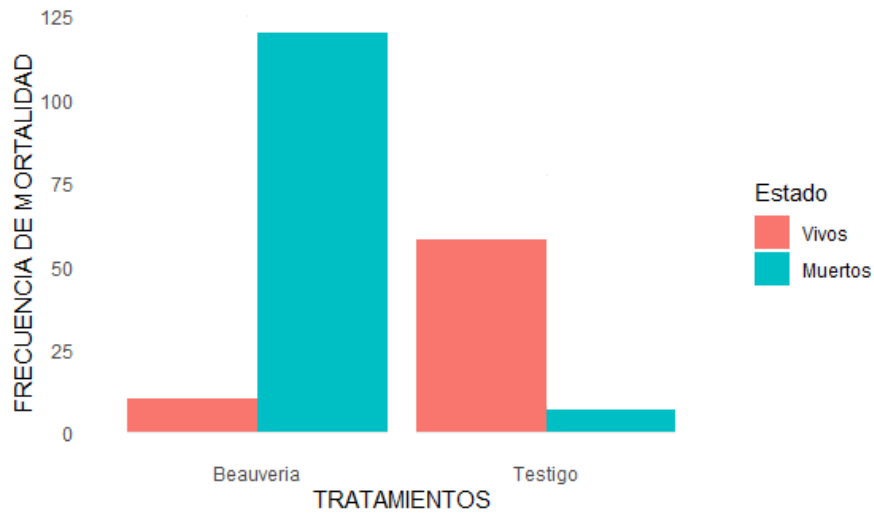


Figura 16. Gráfica representativa de la frecuencia de mortalidad de los tratamientos, mostrando una efectividad del 92 % con el tratamiento de *Beauveria bassiana* sobre el tratamiento control de agua destilada.

Tabla 2. Cantidad y porcentaje de mortalidad y supervivencia de *H. irritans* asperjadas con 5 L de *B. bassiana* y agua destilada en condiciones *in vivo*

Cantidad/Por ciento	Tratamientos		Significancia
	(8.275 x 10 ⁶ conidias)	Control	
Moscas vivas (n)	5	58	-
Moscas muertas (n)	60	7	-
Total individuos (n)	65	65	-
Moscas Vivas (%)	7.69	89.23	***
Moscas Muertas (%)	92.31	10.77	***
Por ciento total (%)	100	100	-

Nota: *** indica diferencia estadística (p < 0.001).

6.1.3 Identificación filogenética *Beauveria bassiana*

Se realizó un análisis filogenético multilocus representado en la Figura 17, utilizando la secuenciación completa de la región ITS, así como secuencias parciales de los genes RPB1 y TEF. Estas secuencias fueron sometidas a un proceso de recorte (trimming) y ensamblaje mediante el programa BioEdit v7.0.5 (Hall, 1999). Según Katoch y Standley (2013), se efectuó un alineamiento de múltiples regiones y genes individuales utilizando MAFFT v.7.475. Se obtuvieron secuencias de consenso y secuencias de referencia (ex type) de *Beauveria*. Los alineamientos fueron concatenados en Mesquite v.3.6 (Maddison y Maddison, 2023), mientras que el modelo evolutivo fue determinado mediante jModelTest v.2 (Darriba et al., 2012), empleándose estos para los análisis de inferencia bayesiana. La reconstrucción filogenética se llevó a cabo mediante inferencia bayesiana (IB) y máxima verosimilitud (MV) (Ronquist et al., 2012). Se corrieron 2 millones de generaciones, con un muestreo cada 1,000 generaciones. El 25 % inicial de los árboles generados se eliminó utilizando la opción 'burn-in phase'. Con los árboles restantes, se calculó la probabilidad posterior (PP). El árbol filogenético fue visualizado utilizando el programa FigTree v1.4.4 (Rambaut, 2010), mientras que para el análisis de máxima verosimilitud se usó raxmlGUI 1.5b2 (Silvestro y Michalak, 2012) y MEGA 7 para la visualización final del árbol. Dicho hongo fue identificado como *Beauveria bassiana*. El género *Beauveria* es un grupo de hongos entomopatógenos con distribución mundial y un amplio rango de hospedadores, incluyendo especies de muchos órdenes de insectos. Hasta la fecha, se han reconocido 24 especies de *Beauveria*, pero no todas ellas han sido reportadas como parásitas de hospedadores dípteros (Rehner et al., 2011; Khonsanit et al., 2020). Steinkraus et al. (1990) reportaron por primera vez la infección por *B. bassiana* en una mosca muscoide (*Musca domestica* L.) y posteriormente, este hongo fue documentado o probado contra la mosca estable en varios estudios (Watson et al., 1995; Moraes et al., 2010; López-Sánchez et al., 2012; Weeks et al., 2017).

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se demostró mediante la observación de las características morfológicas y taxonómicas que *H. irritans*. prevalece en hatos ganaderos del municipio de Tantoyuca Veracruz.

La evaluación *in vitro* demostró que *Beauveria bassiana* tiene un efecto significativo sobre la mortalidad de *Haematobia irritans*. La aplicación de 5 mL de la suspensión logró la mayor presencia de micelio.

En la fase *In vivo* se confirmó la eficacia *B. bassiana* como agente de control biológico sobre el control de *H. irritans* (92 %).

Mediante identificación filogenética se logró la identificación de la cepa de hongo *Beauveria bassiana* colectada en municipio de Tantoyuca, la cual se utilizó para el tratamiento elaborado y utilizado en las fase *in vitro* y de campo.

De acuerdo a la hipótesis planteada se comprobó que con la utilización de *Beauveria bassiana* (conidios por litro de agua) en condiciones controladas redujo significativamente la población de *H. irritans* en Tantoyuca, Veracruz.

Para optimizar la aplicación en campo como control biológico se recomienda considerar factores ambientales como temperatura de 26 a 30°C, humedad relativa de >90 % así como, el modo de empleo sobre el animal asperjando en las extremidades de mayor incidencia como flancos, patas y lomo. Independientemente de no representar riesgo por el uso de hongo entomopatógeno.

8. LITERATURA CITADA

- Accatino, F., Sabatier, R., De Michele, C., Ward, D., Wiegand, K., & Meyer, K. M. (2014). Robustness and management adaptability in tropical rangelands: A viability-based assessment under the non-equilibrium paradigm. *Animal*, 8(8), 1272-1281. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000913>
- Acha, P., Acevedo-Whitehouse, K., de-la-Cueva, H., Gulland, F. M. D., Auriol-Gamboa, D., Arellano-Carbajal, F., & Suarez-Güemes, F. (1968). Epidemiología de la rabia bovina paralítica transmitida por los quirópteros. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, 64, 411-430.
- Anastasia, V., Balducci, M., Bolatto, C., Santos, M., Abad, L., Alonzo, P., ... & Breijo, M. (2008). Producción in vitro e in vivo de "mosca de los cuernos" (*Haematobia irritans irritans*) para trabajos experimentales. *XXXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría*.
- Angel-Sahagún, C. A., Lezama-Gutiérrez, R., Molina-Ochoa, J., Galindo-Velasco, E., López-Edwards, M., Rebolledo-Domínguez, O., & Foster, J. E. (2005). Susceptibility of biological stages of the horn fly, *Haematobia irritans*, to entomopathogenic fungi (Hyphomycetes). *Journal of Insect Science*, 5(1), 50. <https://doi.org/10.1673/031.005.5001>
- Arcila-Farias, E. (Ed.). (1974). *Reformas económicas del siglo XVIII en Nueva España. I. Ideas económicas, comercio y régimen de comercio libre*. SEP Setentas.
- Arriaga, A. A. M., & Cortez-Madrigal, H. (2018). Susceptibility of *Musca domestica* larvae and adults to entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Heterorhabditidae, Steinernematidae) native to Mexico. *Journal of Vector Ecology: Journal of the Society for Vector Ecology*, 43(2), 312–320. <https://doi.org/10.1111/jvec.12315>
- Barranco-Florido, J. E., Alatorre-Rosas, R., Gutiérrez-Rojas, M., Viniegra-González, G., & Saucedo-Castañeda, G. (2002). Criteria for the selection of strains of entomopathogenic fungi *Verticillium lecanii* for solid state cultivation. *Enzyme and*

Microbial Technology, 30(7), 910–915. [https://doi.org/10.1016/S0141-0229\(02\)00032-7](https://doi.org/10.1016/S0141-0229(02)00032-7)

- Barta, M., Semelbauer, M., Mangová, B., & Kozánek, M. (2022). Entomopathogenic fungi associated with *Stomoxys calcitrans* in Slovakia and efficacy of local fungal strains against the stable fly. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 25(2), 97-108. <https://doi.org/10.15414/afz.2022.25.02.97-108>
- Bastidas, O. (2011). Conteo celular con hematocitómetro. Uso elemental del hematocitómetro. Celeromics [Internet][citado 2018 abril 30] Disponible en: <http://www.celeromics.com/es/resources/docs/Articles/Conteo-Camara-Neubauer.pdf>.
- Batalla-Campero, D., & Flores-Crespo, R. (1998). La rabia en las diferentes especies, sus transmisores y su control. *Rabia paralítica bovina* (pp. 41-49). INIFAP-SAGAR, Secretaría de Educación Pública. ISBN 970-92109-0-4.
- Bautista-Garfias, C. R., Castañeda-Arriola, R., Álvarez-Martínez, J. A., Rojas-Martínez, C., Figueroa-Millán, J. V., & Rodríguez-Lozano, A. (2012). La vacunación simultánea de bovinos con *Lactobacillus casei* y la vacuna bivalente contra babesiosis bovina genera una mejor protección contra *Babesia bovis* y *B. bigemina* transmitidas por garrapatas en condiciones extremas de campo. *Veterinaria México*, 43(3), 189–200.
- Bawer, M. D., D'Souza, P. E., & Pradeep, B. S. (2014). Biocontrol of *Haematobia irritans* horn flies with entomopathogenic fungi (*Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*). *Journal of Invertebrate Pathology*, 120, 9–15.
- Benavides, J. A., Valderrama, W., Recuenco, S., Uieda, W., Suzán, G., Ávila-Flores, R., Velasco-Villa, A., Almeida, M., Andrade-Fag, D., Molina-Flores, B., Vigilato, M., Pompei, J. C. A., Tizzani, P., Carrera, J. E., Ibanez, D., & Streicker, D. G. (2020). Defining new pathways to manage the ongoing emergence of bat rabies in Latin America. *Viruses*, 12(9), 1002. <https://doi.org/10.3390/v12091002>
- Bernal-Medina, E. J. (2003). *Control biológico de larvas de la mosca del establo Stomoxys calcitrans con el hongo entomopatógeno Metarhizium anisopliae in vitro*

- [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional UNALM. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/14132>
- Bernal, E., Arcila Quiceno, V. H., & Serrano Novoa, C. A. (2019). Control biológico de larvas de la mosca del establo: *Stomoxys calcitrans* con el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* in vitro. *Spei Domus*, 1(1). <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/sp/article/view/553>
- Berrones, J. F. D. (2023). El ensilaje como suplemento alimenticio para el ganado en épocas de sequía u otras épocas críticas. *Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo*, 4(7), 8-21. <https://doi.org/10.56519/etaf5739>
- Birkemoe, T., & Øyrehagen, H. (2010). Parasitism of the house fly parasitoid *Spalangia cameroni* on Norwegian pig farms: Local effect of release method. *BioControl*, 55(4), 583–591. <https://doi.org/10.1007/s10526-010-9280-3>
- Bock, R., Jackson, L., de Vos, A., & Jorgensen, W. (2004). Babesiosis of cattle. *Parasitology*, 129(Suppl), S247–S269. <https://doi.org/10.1017/s0031182004005190>
- Bonjour, Y. M. (2021). *Cuantificación y estratificación vertical de la producción de polen en líneas androfértiles de girasol (Helianthus annuus L.)* [Trabajo de intensificación, Universidad Nacional del Sur, Departamento de Agronomía].
- Brewer, G. J., Boxler, D. J., Domingues, L. N., Fryxell, R. T. T., Holderman, C., Loftin, K. M., Machtiger, E., Smythe, B., Talley, J. L., & Watson, W. (2021). Horn fly (Diptera: Muscidae)—Biology, management, and future research directions. *Journal of Integrated Pest Management*, 12(1), 42. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmab019>
- Brito, L. G., Barbieri, F. S., Rocha, R. B., Santos, A. P. L., Silva, R. R., Ribeiro, E. S., Guerrero, F., Foil, L., & Oliveira, M. C. S. (2019). Pyrethroid and organophosphate pesticide resistance in field populations of horn fly in Brazil. *Medical and Veterinary Entomology*, 33(1), 121–130. <https://doi.org/10.1111/mve.12330>
- Burg, J. G., Knapp, F. W., & Silapanuntakul, S. (1993). Replacement times, storage, and vertebrate host source of blood for in vitro feeding of *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) adults. *Journal of medical entomology*, 30(4), 753-757.

- Bustamante, D. E., Oliva, M., Leiva, S., Mendoza, J. E., Bobadilla, L., Angulo, G., & Calderón, M. S. (2019). Phylogeny and species delimitations in the entomopathogenic genus *Beauveria* (Hypocreales, Ascomycota), including the description of *B. peruviana* sp. nov. *MycoKeys*, 58, 47-68. <https://doi.org/10.3897/mycokeys.58.35764>
- Calderón-Fallas, R. A., & Moreno-Morales, E. (2022). Nivel de infección del microsporidio *Nosema* spp. en colmenas de abejas africanizadas y su relación con la precipitación y humedad relativa. *Agronomía Costarricense*, 46(1), 65–75.
- Cavallotti-Vázquez, B. A. (2014). Ganadería bovina de carne y leche. Problemática y alternativas. *El cotidiano*, 188, 95-101.
- Chaudhury, M. F., Skoda, S. R., & Sagel, A. (2011). Solidifying agent and processing of blood used for the larval diet affect screwworm (*Diptera: Calliphoridae*) life-history parameters. *Journal of Economic Entomology*, 104(3), 1103–1107. <https://doi.org/10.1603/EC10375>
- Chavero, A. (2017). *México a través de los siglos: Historia general y completa... Tomo 1. Historia antigua* [PDF]. Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes. <https://www.cervantesvirtual.com/obra/mexico-a-traves-de-los-siglos-historia-general-y-completa-tomo-1-historia-antigua-846420/>
- Chávez, O. (1993). *La charrería, tradición mexicana*. Domecq. https://books.google.com.mx/books/about/La_charrer%C3%ADa_tradici%C3%B3n_mexicana.html?id=jG9jAAAAMAAJ&redir_esc=y
- Chrutek, A., Hołyńska-Iwan, I., Dziembowska, I., Bogusiewicz, J., Wróblewski, M., Cwynar, A., & Olszewska-Słonina, D. (2018). Current research on the safety of pyrethroids used as insecticides. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 54(4), 61. <https://doi.org/10.3390/medicina54040061>
- Cicchino, A. C., Abrahamovich, A. H., Torres, P. R., Núñez, J. L., & Prieto, O. H. (1994). Mosca de los cuernos, *Haematobia irritans irritans* (Linnaeus 1758) (Diptera: Muscidae). Contribuciones para su conocimiento en la Argentina. I. Aspectos morfológicos básicos del estado adulto. *Revista de Medicina Veterinaria*, 75(3), 170–180.

- Clavijero, J. F. (1944). *Historia antigua de México y su conquista* (2 vols.). Delfin.
- Colón, C. (2002). *Los cuatro viajes del almirante y su testamento* (I. B. Anzoátegui, Ed. y pról.). Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes. <https://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmch70d3>
- Cova, L. J., Scorza, J. V., García, D. E., Cañizales, L. M., Guedez, C. C., Avendaño, M. L., & Medina, M. G. (2009). Efecto de *Beauveria bassiana*, *Beauveria brongniartii* y la aplicación de gasoil en el control de moscas caseras en galpones avícolas. *Avances en investigación agropecuaria*, 13(2), 41-54.
- Cruz-Carrillo, A., Rodríguez Molano, C. E., & Ortiz López, C. (2011). Efecto insecticida in vitro del extracto etanólico de algunas plantas sobre la mosca adulta *Haematobia irritans*. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 16(3), 216-226.
- Cruz-Vázquez, C. (2023, julio). *Moscas de importancia en el ganado bovino* (1.^a ed.) [Folleto]. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes. https://www.researchgate.net/publication/371988073_Moscas_de_Importancia_en_el_Ganado_Bovino
- Cruz-Vázquez, C., Carvajal-Márquez, J., Lezama-Gutiérrez, R., Vitela-Mendoza, I., & Ángel-Sahagún, C. A. (2017). Efficacy of *Metarhizium anisopliae* in the control of the horn fly, *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) under natural infestation conditions. *Veterinaria México* OA, 4(2). <http://veterinariamexico.unam.mx/index.php/vet/article/view/384>
- Darriba, D., Taboada, G. L., Doallo, R., & Posada, D. (2012). jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing. *Nature Methods*, 9, 772. <https://doi.org/10.1038/nmeth.2109>.
- De las Casas, B. (Comp.). (1982). *Los cuatro viajes del almirante (Cristóbal Colón) y su testamento*. Espasa Calpe.
- de Velasco-Reyes, I., Cruz-Vázquez, C., Ángel-Sahagún, C., Medina-Esparza, L., & Ramos-Parra, M. (2019). Control de *Haematobia irritans* y *Stomoxys calcitrans* con *Metarhizium anisopliae* en ganado naturalmente infestado. *Revista MVZ Córdoba*, 24(1), 7091-7096.

- Deshpande, M. V. (1999). Mycopesticide production by fermentation: Potential and challenges. *Critical Reviews in Microbiology*, 25(3), 229–243. <https://doi.org/10.1080/10408419991299220>
- Díaz, M. (2025). *Hemocitómetro* [Figura]. Creado en BioRender. <https://www.biorender.com/>
- Díaz-Aparicio, E. (2013). Epidemiology of brucellosis in domestic animals caused by *Brucella melitensis*, *Brucella suis* and *Brucella abortus*. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 32(1), 43–60.
- Doberski, J. W., & Tribe, H. T. (1980). *Isolation of entomogenous fungi from elm bark and soil with reference to ecology of Beauveria bassiana and Metarhizium anisopliae*. *Transactions of the British Mycological Society*, 74(1), 95–100. <https://doi.org/10.1016/j.mycres.2005.09.008>
- Dumont, B., & Bernuès, A. (2014). Agroecology for producing goods and services in sustainable animal farming systems. *Animal*, 8(8), 1201-1203. <https://doi.org/10.1017/S1751731114001554>
- Dumont, B., Fortun-Lamothe, L., Jouven, M., Thomas, M., & Tichit, M. (2013). Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century. *Animal*, 7(6), 1028-1043. <https://doi.org/10.1017/S1751731112002418>
- Ejarque, L. G. (1952). Jiménez Rueda, J.: *Historia de la cultura en México. El virreinato* (reseña). *Revista de Indias*, 12, 47.
- Ellis, W. A. (1994). Leptospirosis as a cause of reproductive failure. *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 10(3), 463–478. [https://doi.org/10.1016/s0749-0720\(15\)30532-6](https://doi.org/10.1016/s0749-0720(15)30532-6)
- Etcheverry, C. (2023). *Análisis del contenido intestinal de termitas de las subfamilias Nasutitermitinae y Syntermitinae y su relación con los caracteres morfológicos del tubo digestivo* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Nordeste]. Repositorio Institucional UNNE. <http://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/52073>
- FAO. (2016). *Animal production and health: Economic analysis of animal diseases*. Food and Agriculture Organization.

<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/ba43dfb4-ed6c-4690-b588-38973030279d/content>

- Fernandes, F. F., Bahia, A. C., Secundino, N. F. C., & Pimenta, P. F. P. (2020). Ultrastructural analysis of mouthparts of adult horn fly (Diptera: Muscidae) from the Brazilian Midwest region. *Journal of Medical Entomology*, 57(5), 1447–1458. <https://doi.org/10.1093/jme/tjaa085>
- FIRCO. (2017). *La ganadería en México*. <https://www.gob.mx/firco/articulos/la-ganaderia-en-mexico?idiom=es#:~:text=La%20ganader%C3%ADa%20en%20M%C3%A9xico%20es,din%C3%A1micas%20en%20el%20medio%20rural.&text=Como%20es%20del%20conocimiento%20p%C3%ABlico,de%20econom%C3%ADas%20de%20tipo%20tradicional>.
- Galindo-Velasco, E., Lezama-Gutiérrez, R., Cruz-Vázquez, C., Pesador-Rubio, A., Ángel-Sahagún, C. A., Ojeda-Chi, M. M., & et al. (2015). Efficacy of entomopathogenic fungi (Ascomycetes: Hypocreales) against adult *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) under stable conditions in the Mexican dry tropics. *Veterinary Parasitology*, 2009(1), 173-178. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.02.025>
- Gillespie, A. T., & Claydon, N. (1989). The use of entomogenous fungi for pest control and the role of toxins in pathogenesis. *Pesticide Science*, 27(2), 203–215. <https://doi.org/10.1002/ps.2780270210>
- González, C. E., Encina, M. L. A., Bich, G. Á., & Castrillo, M. L. (2021). Aislamiento, identificación y conservación de cepas entomopatogénicas del género *Beauveria* de yerbales orgánicos del Paraguay. *Revista Impacto*, 1(1), 1–11.
- Grisi, L., Scott, F. B., Correia, A. T. R., Avino, V. C., & Durel, L. (2018). Efficacy of a new 1% fipronil-based pour-on formulation against the horn fly (*Haematobia irritans*) in Brazil: A field study. In *The 30th Buiatrics Congress*, Sapporo, Japan, 28th August–1st September (Vol. 16). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23104.38401>
- Grissett, G. P., White, B. J., & Larson, R. L. (2015). Structured literature review of responses of cattle to viral and bacterial pathogens causing bovine respiratory

- disease complex. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 29(3), 770–780. <https://doi.org/10.1111/jvim.12597>
- Gutiérrez-Reyes, J. A., García Casanova, L., Romero Torres, C., Sosa Gallegos, S. L., Cantó Alarcón, G. J., Mercado Pezzat, M., Pizano Martínez, O., Estrada Chávez, C., & Milián Suazo, F. (2012). Population structure of *Mycobacterium bovis* isolates from cattle in Mexico. *Preventive Veterinary Medicine*, 106(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2012.05.008>
- Guzmán, R. C. C., Santillan, F. M. A., & Córdova, L. D. (2016). Prevalence and possible risk factors for caprine paratuberculosis in intensive dairy production units in Guanajuato, Mexico. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, 8(11), 156–162. <https://doi.org/10.5897/JVMAH2016.0497>
- Hajek, A. E. (1997). *Ecology of terrestrial fungal entomopathogens*. En K. C. Marshall (Ed.), *Advances in microbial ecology* (pp. 193–249). Springer US. <https://doi.org/10.1007/s10526-009-9240-y>
- Hall, T. A. (1999). BioEdit: A user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, 41, 95–98. <http://dx.doi.org/10.4236/sgre.2015.64007>
- Harold, F. M. (1999). In pursuit of the whole hypha. *Fungal Genetics and Biology*, 27(2–3), 128–133. <https://doi.org/10.1006/fgbi.1999.1124>
- Harwood, R. F., James, M. T., Verdugo Garza, M., & Dillman, G. E. (1987). *Entomología médica y veterinaria* (M. Verdugo Garza, Trad.). Editorial Limusa.
- Hatting, L. J., Humber, R. A., Poprawski, T. J., & Miller, R. M. (1999). A survey of fungal pathogens of aphids from South Africa with special reference to cereal aphids. *Biological Control*, 16(1), 112–120. <https://doi.org/10.1006/bcon.1999.0731>
- Hernández, B., Cruz, C., González, A., Perales, C., & Martínez, L. (2004). Parasitoides de pupas (Hymenoptera: Pteromalidae) de moscas (Diptera: Muscidae) asociadas al estiércol de ganado lechero en Aguas Calientes, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 43(1), 9–15. <https://doi.org/10.3958/059.040.0112>

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2019). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2019*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2019/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). *Compendio de información geográfica municipal 2010. Tantoyuca, Veracruz de Ignacio de la Llave* (Clave de municipio: 30155). Recuperado de https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/30/30155.pdf
- Jaramillo-Meza, L., Aguilar-Romero, F., Suárez-Güemes, F., & Trigo-Tavera, F. (2007). Challenge exposure of sheep immunized with live vaccine and culture supernatant of *Mannheimia haemolytica* A1: Effects of revaccination. *Small Ruminant Research*, 70(2–3), 209–217. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.03.006>
- Johnson, D. M., White, R. L., Pereira, R. M., & Geden, C. J. (2020). *Beauveria bassiana* culturing and harvesting for bioassays with house flies. *Journal of Insect Science (Online)*, 20(6), 14. <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieaa072>
- Karunanathie, H., Kee, P. S., Ng, S. F., Kennedy, M. A., & Chua, E. W. (2022). PCR enhancers: Types, mechanisms, and applications in long-range PCR. *Biochimie*, 197, 130–143. <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2022.02.009>
- Katoh, K., & Standley, D. M. (2013). MAFFT multiple sequence alignment software version 7: Improvements in performance and usability. *Molecular Biology and Evolution*, 30, 772–780. <https://doi.org/10.1093/molbev/mst010>
- Khonsanit, A., Luangsa-ard, J. J., Mongkolsamrit, S., Thanakitpipattana, D., & Hyde, K. D. (2020). Cryptic diversity of the genus *Beauveria* with a new species from Thailand. *Mycological Progress*, 19(4), 291–315. <https://doi.org/10.1007/s11557-020-01557-9>
- Kökdener, M. (2022). Evaluation of biocontrol agents for *Musca domestica* Linnaeus, 1758 (Diptera: Muscidae) in laboratory conditions. *International Journal of Tropical Insect Science*, 42(2), 1477-1485. <https://doi.org/10.1007/s42690-021-00666-6>

- Lakshita, N., Yulani, R. A., Wijonarko, A., & Indarti, S. (2024). Genomic DNA extraction methods and phylogenetic analysis of *Beauveria bassiana* from Central Java, Indonesia, and its toxicity against the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* JE Smith (Lepidoptera: Noctuidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 34(1), 59. <https://doi.org/10.1186/s41938-024-00819-y>
- Latawiec, A. E., Strassburg, B. B., Valentim, J. F., Ramos, F., & Alves-Pinto, H. N. (2014). Intensification of cattle ranching production systems: Socioeconomic and environmental synergies and risks in Brazil. *Animal*, 8(8), 1255-1263. <https://doi.org/10.1017/S1751731114001566>
- Lecocq, A., Joosten, L., Schmitt, E., Eilenberg, J., & Jensen, A. B. (2021). *Hermetia illucens* adults are susceptible to infection by the fungus *Beauveria bassiana* in laboratory experiments. *Journal of Insects as Food and Feed*, 7(1), 63-68. <https://doi.org/10.3920/JIFF2020.0042>
- López y López, V. E. (2002). *Guerra entre insectos y microorganismos: una estrategia natural para el control de plagas*. *Avance y Perspectiva*, 21(5), 291–295. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/es/revista/avance-y-perspectiva/articulo/guerra-entre-insectos-y-microorganismos-una-estrategia-natural-para-el-control-de-plagas>
- López-Llorca, L. V., & Jansson, H. B. (2001). Biodiversidad del suelo: control biológico de nemátodos fitopatógenos por hongos nematófagos. *Cuadernos de Biodiversidad*, (6), 12–15. <https://doi.org/10.14198/cdbio.2001.06.02>
- López-Sánchez, J., Galindo-Velasco, E., Lezama-Gutiérrez, R., Molina-Ochoa, J., & Reyes-Villanueva, F. (2012). Effect of entomopathogenic fungi upon adults of *Stomoxys calcitrans* and *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Biocontrol Science and Technology*, 22(8), 969–973. <https://doi.org/10.1080/09583157.2012.699026>
- Maddison, W. P., & Maddison, D. R. (2023). Mesquite: a modular system for evolutionary analysis. Version 3.81. <http://www.mesquiteproject.org>

- Mancebo, O. A., Monzón, C. M., & Bulman, G. M. (2001). *Haematobia irritans: Una actualización a diez años de su introducción en Argentina*. BICyT - CONICET. <https://bicyt.conicet.gov.ar/fichas/produccion/5482688>
- Mateo-Díaz, L. L. (2025). *Mapa de localización*. <https://online.mapcreator.io/#/project/1250430/revision/last>
- Milner, R. J. (2000). Current status of *Metarhizium* as a mycoinsecticide in Australia. *Biocontrol News and Information*, 21, 47N–50N. <https://doi.org/10.5555/20001111235>
- Mochi, D. A., Monteiro, A. C., Ribeiro, M. A. C., & Yoshida, L. (2010). Entomopathogenic fungal activity against pupae and adult *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae). *Veterinary Parasitology*, 168(1-2), 105-110. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.10.002>
- Moraes, A. P. R., Bittencourt, V. R. E. P., & Bittencourt, A. J. (2010). Pathogenicity of *Beauveria bassiana* on immature stages of *Stomoxys calcitrans*. *Ciência Rural*, 40(8), 1802–1807. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010000800021>
- Muñoz-Adalia, E. J. (2022). *Ejercicios de biología en el entorno de programación R. Volumen 2: Conteo de esporas y preparación de suspensiones esporales*. <http://hdl.handle.net/10459.1/73182>
- New York State Department of Health. (2011). Leptospirosis (enfermedad de Weil) [Hoja informativa]. Recuperado el 6 de julio de 2025, de [https://www.health.ny.gov/es/diseases/communicable/leptospirosis/fact sheet.htm](https://www.health.ny.gov/es/diseases/communicable/leptospirosis/fact_sheet.htm)
- OIE (2016). *The economics of animal health: Direct and indirect costs of animal disease outbreaks*. World Organisation for Animal Health. <https://doi.org/10.20506/TT.2551>
- Ojeda-Chi, M. M., Rodríguez-Vivas, R. I., Galindo-Velasco, E., & Lezama-Gutiérrez, R. (2010). Laboratory and field evaluation of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) for the control of *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) in the Mexican tropics. *Veterinary Parasitology*, 170(3–4), 348–354. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.02.022>

- Organización Mundial de Sanidad Animal. (2025). *Anaplasmosis bovina*. WOA. <https://www.woah.org/es/enfermedad/anaplasmosis-bovina/>
- Organización Panamericana de la Salud. (1962). *Moscas de importancia para la salud pública y su control* (Publicaciones científicas, 61). Organización Mundial de la Salud. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/1344>
- Ortwin, S. C. (1984). *Descubrimiento y dominación española del Caribe*. Fondo de Cultura Económica.
- Oyarzún, M. P., Quiroz, A., & Birkett, M. A. (2008). Insecticide resistance in the horn fly: Alternative control strategies. *Medical and Veterinary Entomology*, 22(3), 188–202. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.2008.00733.x>
- Paico-Marín, S. R., Fernández-Gaitán, C. E., & Iglesias-Osores, S. (2023). Efecto de *Beauveria bassiana* irradiada (UV-C) en el control de *Spodoptera frugiperda* y *Cosmopolites sordidus*. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 3(2), e541-e541. <https://doi.org/10.51252/raa.v3i2.541>
- Palavesam, A., Guerrero, F. D., Heekin, A. M., Wang, J., Dowd, S. E., Sun, Y., Foil, L. D., & Pérez de León, A. A. (2012). Pyrosequencing-based analysis of the microbiome associated with the horn fly, *Haematobia irritans*. *PLOS ONE*, 7(9), e44390. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044390>
- Pancier, R. J., & Confer, A. W. (2010). Pathogenesis and pathology of bovine pneumonia. *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 26(2), 191–214. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.04.001>
- Pepa, H., Bugnone, V., Calandri, H., Lordi, L. V., Suárez, V. H., Miranda, A. O., ... & Sola, E. (2006). Prevalencia y control de los principales ectoparásitos bovinos en el este de la provincia de La Pampa, Argentina. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 35(1), 43-66.
- Pérez-Cogollo, L. C., Rodríguez-Vivas, R. I., Basto-Estrella, G. D. S., Reyes-Novelo, E., Martínez-Morales, I., Ojeda-Chi, M. M., & Favila, M. E. (2018). Toxicidad y efectos adversos de las lactonas macrocíclicas sobre los escarabajos estercoleros: Una revisión. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(4), 1293–1314. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.4.2508>

- Polo-Álvarez, A. F. (2018). Electroforesis de ácidos nucleicos. Academia.edu. https://www.academia.edu/44922526/ELECTROFORESIS_DE_%C3%81CIDOS_NUCLE%C3%8DCOS
- Pucheta-Díaz, M., Flores Macías, A., Rodríguez Navarro, S., & De la Torre, M. (2006). Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos. *Interciencia*, 31(12), 856–860. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006001200006
- Quispe-Eduardo, I. J., Palomino Pariona, J. R., & Corvacho Ticona, J. K. (2024). Producción de biomasa de *Aspergillus oryzae* en orujo de uva y harina de soja mediante fermentación en estado sólido. *INGENIERÍA INVESTIGA*, 6(00). <https://doi.org/10.47796/ing.v6i00.1092>
- Rambaut, A. (2010). FigTree v1.3.1. Institute of Evolutionary Biology, University of Edinburgh, Edinburgh. <http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree>
- Ramírez, M., Cruz Carrillo, A., & Rodríguez Molano, C. (2009). Evaluación preliminar del efecto de los extractos etanólicos de cinco plantas medicinales sobre la mosca de los cuernos *Haematobia irritans* L. (Diptera: Muscidae). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 12(1), 69-78.
- Rehner, S. A., Minnis, A. M., Sung, G.-H., Luangsa-ard, J. J., Devotto, L., & Humber, R. A. (2011). *Phylogeny and systematics of the anamorphic, entomopathogenic genus Beauveria*. *Mycologia*, 103(5), 1055–1073. <https://doi.org/10.3852/10-302>
- Ripple, W., Smith, P., Haberl, H., et al. (2014). Ruminants, climate change, and climate policy. *Nature Climate Change*, 4(1), 2–5. <https://doi.org/10.1038/nclimate2081>
- Rodríguez, S. D., García Ortiz, M. A., Jiménez Ocampo, R., & Vega y Murguía, C. A. (2009). Molecular epidemiology of bovine anaplasmosis with a particular focus in Mexico. *Infection, Genetics and Evolution*, 9(6), 1092–1101. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2009.09.007>
- Rodríguez-Vivas, R. I., Bolio González, M., Ramírez Cruz, G., Cob Galera, L., Rosado Aguilar, A., & Manrique Saide, P. (2011). *Hemoparásitos de animales domésticos y silvestres*. Centro de Investigación en Ciencias de la Salud y Biomedicina (CICY).

<https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap5/09%20Hemoparatositos.pdf>

- Rodríguez-Vivas, R. I., Cruz Vázquez, C., Almazán, C., & Zárate Ramos, J. J. (2023). Importancia de *Haematobia irritans* en la ganadería bovina de México: Situación actual y perspectivas. Revisión. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 14(2), 384-411. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v14i2.5881>
- Rodríguez-Vivas, R. I., Grisi, L., Pérez-de León, A. A., Silva-Villela, H., Torres-Acosta, J. F. J., & Fragoso-Sánchez, H. (2017). Evaluación del impacto económico potencial de los parásitos del ganado bovino en México: Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(1), 61–74. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4305>
- Rodríguez-Vivas, R. I., Rivas, A. L., Chowell, G., Fragoso, S. H., Rosario, C. R., García, Z., Smith, S. D., Williams, J. J., & Schwager, S. J. (2007). Spatial distribution of acaricide profiles (*Boophilus microplus* strains susceptible or resistant to acaricides) in southeastern Mexico. *Veterinary Parasitology*, 146(1–2), 158–169. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.01.016>
- Rodríguez-Vivas, R. I., Rosado-Aguilar, J. A., Ojeda-Chi, M. M., Pérez-Cogollo, L. C., Trinidad-Martínez, I., & Bolio-González, M. E. (2014). Control integrado de garrapatas en la ganadería bovina. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 1(3), 295–308. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282014000300009
- Rojas-Martínez, C., Loza Rubio, E., Rodríguez Camarillo, S. D., Figueroa Millán, J. V., Aguilar Romero, F., Lagunes Quintanilla, R. E., & Álvarez Martínez, J. A. (2021). Antecedentes y perspectivas de algunas enfermedades prioritarias que afectan a la ganadería bovina en México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(3), 111-148. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5848>
- Ronquist, F., Teslenko, M., van der Mark, P., Ayres, D. L., Darling, A., Höhna, S., Larget, B., Liu, L., Suchard, M. A., & Huelsenbeck, J. P. (2012). MrBayes 3.2: Efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space. *Systematic Biology*, 61, 539–542. <https://doi.org/10.1093/sysbio/sys029>

- Ruiz-Herrera, J. (1991). Biosynthesis of beta-glucans in fungi. *Antonie van Leeuwenhoek*, 60(2), 72–81. <https://doi.org/10.1007/BF00572695>
- Russell, R. C., Otranto, D., & Wall, R. L. (2013). *The encyclopedia of medical and veterinary entomology*. CABI. https://books.google.com.mx/books?id=9QfhF_wQSV4C&printsec=copyright&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Ryman, V. E., Nickerson, S. C., Hurley, D. J., Berghaus, R. D., & Kautz, F. M. (2013). Influence of horn flies (*Haematobia irritans*) on teat skin condition, intramammary infection, and serum anti-*S. aureus* antibody titres in Holstein heifers. *Research in Veterinary Science*, 95(2), 343–346. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2013.04.017>
- SADER. (2024). *La ganadería en México: Un orgullo nacional*. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-ganaderia-en-mexico-un-orgullo-nacional>
- Santos, A. M. (2022). *Control de calidad microbiológico de bioplaguicidas a base de agentes de control biológico*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/37091>
- SENASICA. (2016). *Uso de Beauveria bassiana como insecticida microbial* (Ficha técnica CB-03). https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/172882/Ficha_CB_03_Beauveria_bassiana.pdf
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). (2010). *Diarrea viral bovina* [Ficha técnica]. https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/f_tecnica_diarrea_viral_bov.pdf
- Servicio Meteorológico Nacional. (s.f.). *Normales climatológicas por estado*. Comisión Nacional del Agua. Recuperado el 18 de febrero de 2025, de <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado?estado=ver>
- Silvestro, D., & Michalak, I. (2012). raxmlGUI: A graphical front-end for RAxML. *Organisms Diversity and Evolution*, 12, 335–337. <https://doi.org/10.1007/s13127-011-0056-0>

- Skovgård, H. (2004). Sustained releases of the pupal parasitoid *Spalangia cameroni* (Hymenoptera: Pteromalidae) for control of house flies (Diptera: Muscidae) and stable flies (Diptera: Muscidae) on dairy farms in Denmark. *Biological Control*, 30(2), 288–297. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2004.02.011>
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T. D., Castel, V., & De Haan, C. (2006). *Livestock's long shadow: Environmental issues and options* (p. 24). Food & Agriculture Organization.
- Steinhaus, E. A. (1956). *Microbial control—the emergence of an idea: A brief history of insect pathology through the nineteenth century*. *Hilgardia*, 26(2), 107–160. <https://www.semanticscholar.org/paper/Microbial-control%E2%80%94the-emergence-of-an-idea.-A-brief-Steinhaus/ddc4db362a259b08ddfc3d84bbc5c70fa8b4a020>
- Steinkraus, D. C., Kramer, J. P., & Humber, R. A. (1990). First report of the natural occurrence of *Beauveria bassiana* (Moniliales: Moniliaceae) in *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Journal of Medical Entomology*, 27(3), 309–312. <https://doi.org/10.1093/jmedent/27.3.309>
- Tanada, Y., & Kaya, H. K. (2012). *Insect pathology* (2nd ed., 664 pp.). Academic Press. <https://www.sciencedirect.com/book/9780123849847/insect-pathology>
- Texas Animal Health Commission. (2025). *La brucelosis bovina* [Hoja de datos]. https://www.tahc.texas.gov/news/brochures/TAHCFactsheet_BovineBrucellosisSPANISH.pdf
- Vinuesa, P. (2007). *Tema 2: Conceptos básicos de evolución y filogenética molecular BGE-IV, LCG-UNAM, México*. Universidad Nacional Autónoma de México. http://www.ccg.unam.mx/~vinuesa/Cursos_PDFs/Tema2_Conceptos_basicos_p_hylogenet_evol_molec.pdf
- Von-Humboldt, A. (1822). *Ensayo político sobre el reino de la Nueva-España* (Vol. 2). Rosa.
- Watson, D. W., Geden, C. J., & Long, S. J. (1995). Efficacy of *Beauveria bassiana* for controlling the house fly and stable fly (Diptera: Muscidae). *Biological Control*, 5(3), 405–411. <https://doi.org/10.1006/bcon.1995.1048>

- Watson, D. W., Rutz, D. A., & Long, S. J. (1996). *Beauveria bassiana* and sawdust bedding for the management of the house fly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) in calf hutches. *Biological Control*, 7(2), 221-227. <https://doi.org/10.1006/bcon.1996.0087>
- Weeks, E. N. I., Logan, J. G., Birkett, M. A., Pickett, J. A., & Cameron, M. M. (2017). Effects of four commercial fungal formulations on mortality and sporulation in house flies (*Musca domestica*) and stable flies (*Stomoxys calcitrans*). *Medical and Veterinary Entomology*, 31(1), 15–22. <https://doi.org/10.1111/mve.12201>
- Wessels, J. G. (1999). Fungi in their own right. *Fungal Genetics and Biology*, 27(2–3), 134–145. <https://doi.org/10.1006/fgbi.1999.1125>
- White, R. L., Geden, C. J., Kaufman, P. E., & Johnson, D. (2021). Comparative virulence of *Metarhizium anisopliae* and four strains of *Beauveria bassiana* against house fly (Diptera: Muscidae) adults with attempted selection for faster mortality. *Journal of Medical Entomology*, 58(4), 1771–1778. <https://doi.org/10.1093/jme/tjab027>
- Yeh, Pinsky BA, Banaei N, Baron EJ. Hair Sheep Blood, Citrated or Defibrinated, Fulfills All Requirements of Blood Agar for Diagnostic Microbiology Laboratory Tests. *PLoS One*. 2009 [citado 20/05/2019];4(7):e6141. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2700971/>

ANEXOS

CONSTANCIA

***toefl itp.**

Unofficial Student Score Report

Student Name: DE MATEO
LUZ LETICIA

Test Date: 06/23/2025 8:01 9:58

	Scaled Scores	CEFR Level
Listening:	46	B1
Structure & Written Expression:	40	A2
Reading:	48	B1
TOTAL SCORE	447	

CEFR= Common European Framework of Reference
NS= No Score



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



**EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
A TRAVÉS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE
TANTOYUCA**

OTORGA LA PRESENTE

CONSTANCIA

A

LUZ LETICIA MATEO DÍAZ

POR SU DESTACADA PARTICIPACIÓN PRESENTANDO EL PROYECTO
TLALNEMILIZTLI, EN LA CUMBRE NACIONAL DE DESARROLLO TECNOLÓGICO,
INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN, INNOVATECNM 2024 ETAPA LOCAL
CELEBRADO EL 30 DE MAYO DE 2024 EN ESTE INSTITUTO.

Tantoyuca, Veracruz, a 30 de Mayo del 2024.



DR. ÓSCAR DEL ÁNGEL PIÑA
DIRECTOR GENERAL DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TANTOYUCA

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE TANTOYUCA



DIRECCIÓN GENERAL





EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
A TRAVÉS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TANTOYUCA

OTORGA EL PRESENTE

RECONOCIMIENTO

A LA

ING. LUZ LETICIA MATEO DÍAZ

POR HABER PARTICIPADO Y APROBADO EL CURSO:

ESTADÍSTICA APLICADA A LA INVESTIGACIÓN DE INCIDENCIA SOCIO/AMBIENTAL


EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TANTOYUCA
DEL 06 AL 07 DE FEBRERO DEL 2025, CON UNA DURACIÓN DE 16 HRS.

Tantoyuca, Ver; 07 de Febrero del 2025.

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE TANTOYUCA



DIRECCIÓN GENERAL


DR. JUAN MANUEL PECH CANCHÉ
INSTRUCTOR


DR. OSCAR DEL ÁNGEL PIÑA
DIRECTOR GENERAL





VERDAD, BELLEZA, PROBIIDAD

UAT

Universidad
Autónoma de
TAMAULIPAS



Facultad de Medicina
Veterinaria y Zootecnia
Dr. Norberto Treviño Zapata

RECONOCIMIENTO a:

Mateo Díaz L. L., Silva Martínez K. L., Arrieta González A., Martínez Sánchez I.

Por su participación como **PONENTES** en la modalidad de cartel con el tema **"CONTROL BIOLÓGICO MEDIANTE *Beauveria* spp. SOBRE MOSCA DEL CUERNO EN CONDICIONES DE LABORATORIO"** en el 2º Congreso Interuniversidades "Sustentabilidad en la Producción Agropecuaria y Manejo de Recursos Naturales" dentro 2º. Congreso Internacional de Ciencias Veterinarias y Producción Animal 2024, del 14 al 18 de octubre del 2024 en Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

"Verdad, Belleza, Probiidad"



CONGRESO INTERNACIONAL DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PRODUCCIÓN ANIMAL 2024



Dr. Flaviano Benavides González

Director



Dra. María de la Luz Vázquez Saucedo

Jeefa de la División de Posgrado e

Investigación





LA ACADEMIA ENTOMOLÓGICA DE MÉXICO A. C.

Otorga el presente RECONOCIMIENTO

a:

Luz Leticia Mateo Díaz

Por su participación como **PONENTE DE CARTEL** del trabajo:

CONTROL BIOLÓGICO *IN VITRO* DE DíPTEROS HEMATÓFAGOS DEL GANADO MEDIANTE *Beauveria* spp., con la autoría de Luz Leticia Mateo-Díaz, Karla Lissette Silva-Martínez, Armando Arrieta-González, Itzcóatl Martínez-Sánchez y Oscar del Ángel-Piña expuesto en el LIX Congreso Nacional de Entomología, celebrado en San Luis Potosí del 23 al 26 de junio de 2024.

Dr. José Antonio Sánchez García
Presidente

Dra. Juana María Coronado Blanco
Presidente del Comité
Organizador Nacional

Dra. María Guadalupe Galindo Mendoza
Presidente del Comité
Organizador Local

San Luis Potosí, San Luis Potosí, a 26 de junio de 2024





EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
A TRAVÉS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TANTOYUCA

OTORGA EL PRESENTE

RECONOCIMIENTO

AL

ING. LUZ LETICIA MATEO DÍAZ

Por haber participado en el:

**"PANEL DE DISCUSIÓN CON EGRESADOS DEL PROGRAMA EDUCATIVO
DE INGENIERIA AMBIENTAL"**

En el 8º. Foro Ambiental "Transformamos el Presente, Protegemos el Futuro"
efectuado en el Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca
del 07 al 09 de mayo del 2025.

Tantoyuca, Ver; 09 de mayo del 2025.

DR. OSCAR DEL ANGEL PIÑA
DIRECTOR GENERAL

DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TANTOYUCA

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE TANTOYUCA



DIRECCIÓN GENERAL





La Asociación Mexicana de Sistemática de Artrópodos AMXSA

Otorgan la presente constancia a:

**José Manuel Pérez García, Luz Leticia Mateo Díaz, Armando Arrieta
González e Itzcoatl Martínez Sánchez**

Por su participación con la presentación del cartel titulado:

**“Técnicas de monitoreo de *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae)
en campo semicontrolado”,**
en el marco del IV Congreso de la Asociación Mexicana de Sistemática de Artrópodos, realizado el 28 de marzo en el Instituto de Ecología, A.C. INECOL.

Xalapa, Veracruz, a 28 de marzo de 2025

**Andrés Ramírez Ponce
Presidente de la AMXSA**



BVCLASS
Powered by BVDash

Otorga la presente

Constancia

a:

Luz Leticia Mateo Díaz

Por su participación como ASISTENTE al 26o. curso en Línea G241007 sobre: "Identificación de Plantas, Bacterias, Hongos e Insectos Mediante Reconstrucción Filogenética" conducido los días 7, 8 y 9 de octubre de 2024, con una duración de 9 horas.



Constancia No.
BVC24871162

Vancouver, Canadá
9 de octubre de 2024

Albis Milley Penuela

Albis Milley Penuela
Directora BVClass



EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE CALKINÍ Y LA RED DE
CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LOS
RECURSOS ZOOGENÉTICOS

Otorgan la presente

CONSTANCIA

A:

Luz Leticia Mateo Díaz, Nicolás Francisco Mateo Díaz,
Karla Lisette Silva Martínez, Rubén Purroy Vásquez

Por su valiosa participación como **PONENTE** en la modalidad cartel del
trabajo titulado:

"Iniciativa experimental del uso de hongo entomopatógeno como técnica
de biocontrol de ectoparásitos en apicultura de la Huasteca Alta"
en el marco del 1er Congreso sobre Abejas, Biodiversidad y Soberanía
Alimentaria realizado en la Ciudad de Calkiní, Campeche, México, del 21 al
23 de mayo del 2025.

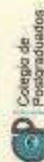
[Signature]
DR. JOSÉ HÉCTOR MALAVÉ GAMBOA
DIRECTOR GENERAL ITESCOM

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE CALKINÍ
DIRECCIÓN GENERAL

OLAVE DANIEL ROSAS
CALKINÍ CAMPECHE MÉXICO

[Signature]
DR. ÁNGEL C. SIERRA VÁSQUEZ
LÍDER RED TECN M. CARZ

[Signature]
M.C. DANIEL BOLLIVAR MORENO
COORDINADOR GENERAL
DEL CONGRESO



ESTANCIA



Subdirección de Investigación

SUB.INV./CM.-24/327

Asunto: ESTANCIA ACADÉMICA

Montecillo, Texcoco Edo. de México, a 28 de octubre de 2024.

DR. OSCAR DEL ÁNGEL PIÑA
DIRECTOR GENERAL
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TANTOYUCA
VERACRUZ, MÉXICO.
PRESENTE.

Por medio de la presente, le comunico que su solicitud de admisión para que el estudiante C. Luz Leticia Mateo Díaz, realice una Estancia Académica ha sido aceptada.

Me complace informarle que podrá desarrollar las siguientes actividades "Extracción de DNA, ampliación por PCR de genes ribosomales y multilocus, electroforesis con gel agarosa y limpieza de productos de PCR" durante un periodo del 18 de noviembre al 18 de diciembre de 2024, asesorada por la Dra. Hilda Victoria Silva Rojas, Profesora Investigadora Titular del Postgrado de Recursos Genéticos y Productividad-Producción de Semillas.

Consideramos que esta investigación representa una valiosa oportunidad para el crecimiento académico del estudiante y para nuestra institución; el Campus Montecillo a través del Profesor Asesor proporcionará los espacios, equipo existente y propicio para que el proyecto se desarrolle de manera óptima. Celebramos la colaboración interinstitucional como una vía para enriquecer nuestra comunidad académica.

Agradecemos su interés en nuestra institución y le deseamos el mayor de los éxitos con esta estancia de investigación.

Atentamente
Subdirectora de Investigación
Campus Montecillo



Dra. Antonia Macedo Cruz

Subdirectora de Investigación

C.c.p. Dr. Oscar Javier Ayala Guey, Coordinador del Postgrado de REGEP-Producción de Semillas, C.M., presente.
C.c.p. Dra. Hilda Victoria Silva Rojas, Producción de Semillas, C.M., presente.
C.c.p. C. Luz Leticia Mateo Díaz, Producción de Semillas, C.M., presente.
AMC/m



CAMPUS MONTECILLO
SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

SUB.INV. /CM.-05/25

Asunto: CONCLUSIÓN DE ESTANCIA ACADÉMICA
Montecillo, Texcoco Edo. de México, a 09 de enero de 2025.

DR. OSCAR DEL ÁNGEL PIÑA
DIRECTOR GENERAL
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TANTOYUCA
VERACRUZ, MÉXICO.
PRESENTE.

Por este conducto informo a Usted, que la C. Luz Leticia Mateo Díaz, con número de control M23350009, **concluyo satisfactoriamente su Estancia Académica** en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados, en el periodo comprendido del 18 de noviembre al 30 de diciembre de 2024. En la que desarrollo las actividades propuestas al inicio de su estancia relacionadas con el objetivo: **"Extracción de DNA, ampliación por PCR de genes ribosomales y multilocus, electroforesis con gel agarosa y limpieza de productos de PCR"**, bajo la supervisión de la Dra. Hilda Victoria Silva Rojas, Profesora Investigadora Titular, del Posgrado de Recursos Genéticos y Productividad-Producción de Semillas.

Asimismo, expreso el interés que tiene el Colegio en la participación interinstitucional para el fortalecimiento de nuestras capacidades para atender la formación de recursos humanos y el desarrollo de la investigación agrícola.

Sin otro particular de momento, quedo de Usted.

Atentamente
Subdirectora de Investigación
Campus Montecillo



Dra. Antonia Macedo Cruz

C.c.p. Dr. Oscar Javier Ayala Garay, Coordinador del Posgrado de REGEP-Producción de Semillas, C.M., presente.

C.c.p. Dra. Hilda V. Silva Rojas, Producción de Semillas, C.M., presente.

C.c.p. C. Luz Leticia Mateo Díaz, Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México, presente.

AMC/psm

RETRIBUC



GOBIERNO DEL ESTADO DE
VERACRUZ
2024 - 2030

SEV
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN
DE VERACRUZ

SEMSys
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
MEDIA SUPERIOR Y SUPERIOR



DET
SECRETARÍA DE
DESARROLLO
ECONÓMICO Y
TURISMO



Constancia de actividades de retribución social

Ciudad de México a 09 de abril del 2025

A quien corresponda:

Presente.

En cumplimiento a lo establecido en el *Artículo 20, Capítulo VII, De la Conclusión de la Beca o Apoyo, del Reglamento de Becas de la Secretaría de Ciencia, Humanidades Tecnología e Innovación*, y en el marco de la Convocatoria registro de programas y matriculas del sistema nacional de posgrados 2023-2, hago constar que el (la) **C. Luz Leticia Mateo Díaz** con número de CVU **2000850** beneficiado(a) con una beca para obtener el grado de Maestría en el programa **Producción Pecuaria Tropical**, que se imparte en el Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, realizó las actividades de retribución social durante el periodo de vigencia de la beca tiempo en el que fue **alumno(a)** regular de esta institución.

Asimismo, hago constar que, conforme a lo establecido en la Ley General de Archivos, la coordinación del posgrado organiza y conserva la evidencia documental de dichas actividades en caso de que la SECIHTI o cualquier otra instancia la requieran.

Sin más por el momento, le envío un cordial saludo.

Mtro. Amado Alberto Álvarez Cepeda

Jefe de Posgrado e Investigación



Dirección Literaria Tambores S/RL C.A. LA MONTA, C.P. 92100, Tel: (452) 298 641 2503 ext: 101
www.litsta.edu.mx



POR AMOR A
VERACRUZ



GOBIERNO DEL ESTADO DE
VERACRUZ
2024 - 2030

SEV
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
DE VERACRUZ

SEMSys
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
MEDIA SUPERIOR Y SUPERIOR



FORMATO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN
DE TESIS DE POSGRADO

Tantoyuca, Ver., a 13 de Agosto de 2025.

C. Luz Leticia Mateo Díaz
PRESENTE:

De acuerdo al dictamen emitido por el jurado asignado para la revisión de su Trabajo Profesional, integrado por los siguientes catedráticos:

PRESIDENTE: Dra. Karla Lissette Silva Martínez
SECRETARIO: Dr. Armado Arrieta González
VOCAL: Dra. Erika Andrea Hernández
SUPLENTE: Dr. Oscar del Ángel Piña

Y considerando que cumple con todos los requisitos del reglamento de titulación en vigor del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos, doy a usted la autorización para que proceda a imprimir su Trabajo de Posgrado para titulación por la:

Opción de "TESIS" cuyo nombre del trabajo es:

"Estrategias de control de dípteros hematófagos presentes en el ganado en Tantoyuca Veracruz"

Lo anterior lo hago de su conocimiento para los fines correspondientes a su Examen de Grado de **Maestro en Producción Pecuaria Tropical**, por lo cual deberá entregar al encargado de Titulación de Posgrado un ejemplar de su documento final de tesis empastado en color vino con letras doradas y cuatro CD's (debidamente rotulados) en archivo PDF, así como donar un libro (nuevo) de su LGAC al Centro de Información (Biblioteca).

Esperando que el logro del mismo sea congruente con sus deseos profesionales.

ATENTAMENTE

Dr. Julio Meza Hernández
Director Académico



C.c.p. Servicios Escolares. Titulación de Posgrado

Dirección Lindero Tamatale S/N, Col. La Marra, C.P. 92100, Tel: (+52) 788 983 2003 ext. 101
www.iteva.edu.mx



POH ANG A
VERACRUZ

R02/0820

F-PG-03



GOBIERNO DEL ESTADO DE
VERACRUZ
2024 - 2030

SEV
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
DE VERACRUZ

SEMSys
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN
MEDIA SUPERIOR Y SUPERIOR



FORMATO: AUTORIZACIÓN DE PROYECTO DE TESIS DE POSGRADO.

Tantoyuca, Ver., a 13 de Agosto del 2025

C. Luz Leticia Mateo Diaz.



ALUMNO DE MAESTRIA EN PRODUCCIÓN PECUARIA TROPICAL

Por este conducto se le informa que su proyecto de tesis titulado: **"Estrategias de control de dípteros hematófagos presentes en el ganado en Tantoyuca, Veracruz"**

Fue Autorizado <input checked="" type="checkbox"/>	No Fue Autorizado <input type="checkbox"/>
<p>Así mismo se le comunica que deberá realizar algunas modificaciones a su trabajo de posgrado, por lo cual se asignó como Directora de Tesis a la C.</p> <p style="text-align: center;"><u>Dra. Karla Lissette Silva Martínez</u></p> <p>Con quien debe acordar un plan de trabajo; Considerando que tiene un plazo de veinticuatro meses para sustentar el Acto de Grado, a partir de haber ingresado al programa.</p>	<p>Así mismo se le comunica que su trabajo con el nombre de: Deberá ser modificado y estar apegado a las actuales líneas de investigación del Posgrado.</p> <p>Por lo cual cuenta con un plazo máximo de tres meses para volver a solicitar la autorización del proyecto de tesis.</p>

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE,

<p>Dr. Armando Amata González</p>  <p>PRESIDENTE DEL CONSEJO DE POSGRADO</p>	<p>Dr. Julio Meza Hernández</p>  <p>DIRECTOR ACADÉMICO</p>
--	---

C.c.p. Tutor Académico.
Archivo

Dirección de Estudios Temáticos S/76, Col. La Merced, C.P. 92300, Toluca (+52) 768 833 2503 ext. 101
www.itesa.edu.mx



POR AÑOS A
VERACRUZ

R02/0820

F-PG-02