

Patogenicidad de hongos entomopatógenos en termitas en plantaciones de *Moringa oleifera*, Posoltega Nicaragua



Pathogenicity of entomopathogenic fungi in termites in *Moringa oleifera* plantations, Posoltega Nicaragua

Quiroz-Medina, C. R; Chavez, D. J; Lanuza-Reyes, C. R; Moreno-Mayorga, L. F; Rosales Gonzales, I. E; Editor Académico Prof. Juan Duley Castellón

C. R Quiroz-Medina

conrado.quiroz@ev.unanleon.edu.ni

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León., Nicaragua

D. J Chavez

chavezdwin@gmail.com

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León., Nicaragua

C. R Lanuza-Reyes

lanuzareyesclaudio@yahoo.com

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León., Nicaragua

L. F Moreno-Mayorga

luis.moreno@ev.unanleon.edu.ni

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León., Nicaragua

I. E Rosales Gonzales

isidrorosales@hotmail.com

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria., Nicaragua

Editor Académico Prof. Juan Duley Castellón

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León., Nicaragua

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua

ISSN-e: 2410-7980

Periodicidad: Semestral

vol. 7, núm. 14, 2021

czuniga@ct.unanleon.edu.ni

Recepción: 03 Noviembre 2021

Aprobación: 10 Diciembre 2021

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/394/3941761013/index.html>

DOI: <https://doi.org/10.5377/ribcc.v7i14.12851>

Autor de correspondencia: conrado.quiroz@ev.unanleon.edu.ni

Resumen: Las termitas son plagas de importancia económica en sistemas agroforestales y agrícolas. La investigación se realizó en el Centro de Referencia Fidel Castro Ruz del Instituto Tecnológico Agropecuario del municipio de Posoltega en convenio con la UNAN-LEON. El objetivo fue determinar la incidencia e identificar la especie de termitas presente en la plantación *Moringa oleifera* y evaluar la patogenicidad de hongos entomopatógenos en condiciones de campo. La investigación es de tipo cuasi experimental, se evaluaron 3 tratamientos *Beuveria bassiana* con una concentración de 3.6×10^7 conidias/ml, *Metarhizium anisopliae* con una concentración de 2.28×10^6 conidias/ml y tratamiento químico (Cipermetrina), dosis de 6cc/ litro de agua. En una población de 16 plantas con colmenas de termitas por tratamientos para un total de 48 unidades experimentales. La aplicación de los tratamientos se realizó mediante la perforación de cada colmena, en sus cuatro puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) asperjando con una bomba de mochila manual. La eficacia se determinó mediante la fórmula de la efectividad biológica. El 39% de población de marango *Moringa oleifera* se encontró infectada por termitas. La especie de termitas presente en las plantaciones *Moringa oleifera* fue *Nasutitermes corniger*. La efectividad de los tratamientos presentó sig. Estadística ($P= 0.000$) siendo Cipermetrina que presentó los mejores porcentaje de efectividad con valores promedios de 96% seguido por *M. anisopliae* con efectividad de 24 % y *B. bassiana* con 7%. Los porcentajes de esporulación presentaron sig. Estadística. ($P= 0.0033$) *B. bassiana* con un 31% y *M. anisopliae* presentó 69%.

Palabras clave: *Nasutitermes corniger*, Entomopatógeno, Termita, *Moringa oleifera*, *Metarhizium anisopliae*, *Beuveria bassiana*.

Abstract: Termites are pests of economic importance in agroforestry and agricultural systems. The research was carried out at the Fidel Castro Ruz Reference Center of the Agricultural Technological Institute of the Posoltega municipality in agreement with UNAN-LEON. The objective was to determine the incidence and identify the species of termites present in the *Moringa oleifera* plantation and evaluate the pathogenicity of entomopathogenic fungi under field conditions. The research is of a quasi-experimental type, 3 treatments were evaluated

Beauveria bassiana with a concentration of 3.6×10^7 conidia / ml and *Metarhizium anisopliae* with a concentration of 2.28×10^6 conidia / ml and chemical treatment (Cypermethrin), dose of 6cc / liter of water. In a population of 16 plants with termite hives per treatments for a total of 48 experimental units. The application of the treatments was carried out by drilling each hive, in its four cardinal points (north, south, east and west) spraying with a manual knapsack pump. Efficacy was determined by the biological effectiveness formula. 39% of the *Moringa oleifera* moringa population was found to be infected by termites. The species of termites present in the *Moringa oleifera* plantations was *Nasutitermes corniger*. The effectiveness of the treatments presented sig. Statistics ($P = 0.000$) being Cypermethrin that presented the best percentage of effectiveness with average values of 96% followed by *M. anisopliae* with effectiveness of 24% and *B. bassiana* with 7%. The percentages of sporulation presented sig. Statistics. ($P = 0.0033$) *B. Bassiana* with 31% and *M. anisopliae* presented 69%.

Keywords: *Nasutitermes corniger*, Entomopathogenic, Termites, *Moringa oleifera*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*.

INTRODUCCIÓN

Los termites son insectos del orden Isóptero polimórficos, eusociales, exopterygota que viven en unidades (termiteros) compuestas por un número limitado de individuos reproductores asociados con numerosos individuos estériles que son los soldados y las obreras (Gajú et al., 2015), estos insectos son de gran importancia económica por el daño que ocasionan (Rust y Su, 2012). Existen estimativos de pérdidas ocasionados en el cultivo de yuca por las termitas entre 46% en producción y entre 46%-100% en almacenamiento (Bellotiz et al., 2002). Aunque también son detritívoros descomponedores de la materia orgánica (Quiroz et al., 2021). Debido a factores antropogénicos y a las malas prácticas agrícolas han migrado a otros agroecosistemas como método de sobrevivencia y adaptación lo cual han provocado altas incidencias y afectación (Martínez et al., 2009); pueden atacar a las plantas en cualquier etapa de desarrollo, desde la semilla hasta la planta madura. Los cultivos agrícolas incluyen seis cereales (maíz, sorgo, arroz, cebada, mijo y trigo), cuatro legumbres (frijoles, caupí, garbanzo y garbanzo), cuatro cultivos oleaginosos (maní, girasol, soja y sésamo), cuatro hortalizas (tomate, quimbombó, pimiento y berenjena), tres tubérculos (papa, ñame y mandioca), 12 plantas frutales (guayaba, café, cítricos, plátano, mango, papaya, uva, mora, piña, almendra, litchi y ciruela) y también caña de azúcar, algodón, tabaco y té (Govorushko, 2019).

En total, 83 especies de termitas causan daños importantes a las estructuras de madera (Su & Scheffrahn, 2000). Las principales especies plaga pertenecen a Rhinotermitinae (*Heterotermes* y *Coptotermes*) y Nasutitermitinae (*Comitermes*, *Procomitermes*, *Syntermes* y *Nasutitermes*) (Constantino, 2001).

En Nicaragua se reportan 10 especies distribuidas en tres familias Kalotermitidae, Rhinotermitidae y Termitidae (Maes, 1990); estas especies mayormente afectan a árboles frutales como aguacate, mango, jocote, marañón, coco, cacao y café (Rodríguez y Jiménez, 2019).

NOTAS DE AUTOR

conrado.quiroz@ev.unanleon.edu.ni

Morris (2000); Montiel y Martínez (2001) menciona que el control químico ha sido ineficaz para controlar a las termitas debido a la bioecología y organización que presentan estos insectos. Esto ha implicado buscar alternativas de control que tengan un menor impacto para la salud de las personas (Perez Levastida, 2014).

Actualmente no existen trabajos de investigación en Nicaragua sobre la especie de termitas que atacan al cultivo de marango (*Moringa oleifera*), ni en un método de control biológico que contribuya a minimizar efecto negativo tanto para la salud de las personas como del medioambiente, de la misma manera se encuentra muy poca información de evaluaciones de los hongos entomopatógenos para el manejo de termitas a nivel de campo; los estudios se han centrado en evaluaciones a nivel de laboratorio. Siendo *M. oleifera* uno de los árboles más útiles del mundo y, curiosamente, la hoja, la raíz, la corteza, la semilla, la flor y la vaina pueden utilizarse como alimento para los seres humanos y el ganado (Abdull Razis, 2014; Daba, 2016; Reyes-Becerril, 2021). En general, *M. oleifera* una buena fuente de metabolitos secundarios y ha contribuido a las propiedades terapéuticas, biológicas y medicinales (Fernandes et al., 2020). En particular, sus semillas poseen actividades antiinflamatorias y antimicrobianas (Jaja-Chimedza et al., 2017). *M. oleifera* es una de las plantas más utilizada como alternativa adecuada para prevenir y aliviar los desafíos de la desnutrición, especialmente los problemas de salud ocultos relacionados con el hambre (Padayachee & Baijnath, 2019).

El propósito de este trabajo fue identificar la especie de termita presente, la incidencia en las plantaciones de marango *Moringa oleifera* al mismo tiempo evaluar la patogenicidad de hongos entomopatógenos con sus respectivas esporulaciones en termitas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en El Centro de Desarrollo Tecnológico Fidel Castro Ruz, ubicado en el km 113 carretera León Chinandega, 2.5 km al sur en el municipio de Posoltega departamento de Chinandega. La zona ecológica según Holdridge (1982) citado por García et al. (2007) es del tipo de bosque subtropical seco; actualmente es una llanura sin bosque. Los suelos franco arenosos de origen volcánico, andisoles con topografía plana y ligeramente ondulados, profundos y con buen drenaje. Las precipitaciones anuales entre 900 y 1000mm y las temperaturas promedios anuales entre 28 y 31°C. Con una altura promedio de 80 msnm.

Se realizó un tipo de investigación cuasi-experimental donde se manipulo al menos una variable independiente para observar su efecto sobre la variable dependiente, en los diseños cuasi experimentales los dichos grupos ya están conformados antes del experimento (Fernández Collado et al., 2014).

La densidad poblacional de las especies donde se llevó a cabo el experimento se logró obtener a través de un conteo visual en el área, se pudo cuantificar un total de 203 plantas. Para conocer el tamaño de la población a muestrear se utilizó la fórmula para muestras finitas, donde dio como resultado un total de 49 plantas a muestrear, el número de tratamiento evaluados fueron tres para un total de 16 colmenas a muestrear por tratamiento.

Para seleccionar las 16 plantas por cada tratamiento, se hizo mediante un muestreo al azar simple, donde se tomó una parte de la población de manera de que cada individuo de la población tenga la misma probabilidad de ser muestreada o incluido en la muestra.

La técnica utilizada fue enumerar las 79 plantas infectadas por termitas, para luego proceder a seleccionar al azar las 49 plantas que se llevaron a cabo en la evaluación, seleccionando 16 plantas con colmenas por tratamiento, cada planta con colmena de termitas fueron etiquetados con su respectivo tratamiento y enumerado del 1 a 16.

Estimación de la dosis de *B. bassiana* y *M. anisopliae* aplicar en campo.

Para la estimación de la dosis aplicar en campo de *B. bassiana* y *M. anisopliae* se hizo indispensable probar tres dosis de cada hongo 3gr, 6gr, 9gr/ lt de agua, cada dosis se aplicó sobre 100 ejemplares de termitas indistinto de su organización social (obreras, soldados y alados) la aplicación se realizó con un rociador manual. El método consistió en depositar 100 ejemplares de termitas en panas plásticas conteniendo papel toalla en el fondo. Luego se les asperjo las diferentes dosis, la observación de la efectividad se realizó a los 7 días después de su aplicación, contando del número de individuos vivos y muertos y haciendo uso de la formula sugerida por Abbott (1925) para medir la efectividad biológica de cada dosis, la mejor dosis que presento mejor efectividad en laboratorio fue la que se aplicó en campo.

Concentraciones fungosas de los hongos entomopatógenos

Para obtener la concentración fungosa de los hongos se procedió a preparar dosis que obtuvo mejor efectividad en laboratorio que fue la de 6gr/l de agua, en un beaker graduado se realizó la mezcla y con ayuda de una espátula metálica se agito por 5 minutos hasta que estuviera homogénea, posteriormente se sustrajo 1ml con una jeringa y se depositó en la cámara Neuvaber. La observación se realizó en el microscopio, tomando en cuenta el número de conidias observadas, y a través de la formula sugerida por Alves (1986) se determinó la concentración de conidias/ml. En la (tabla 1) se muestra la concentraciones utilizadas.

Formula: $n \times 4 \times 10^6$.

Donde:

n: número de conidias observadas

4: Constante

10^6 : Constante

Definición de los tratamientos.

TABLA 1
Concentraciones de *B. bassiana* y *M. anisopliae* y dosis de los tratamientos, según volúmenes promedios de las colmenas .

Tratamientos	Simbología	Descripción
B, bassiana	T1	Presento una concentración de 3.6×10^7 conidias/ml, se utilizó una dosis promedio de 7.76 gr/ 1.27 lt de agua en un volumen promedio de 15,002.18 cm ³
M. anisopliae	T 2	Presento una concentración de 2.28×10^6 conidias/ml, se utilizaron 8.67 gr/ 1.37lts de agua para un volumen promedio de 12,533.2 cm ³
Cipermetrina	T3	Fueron utilizadas 6.93cc/ 1.15 lt de agua con un volumen promedio de 12,248.8cm ³

Elaboración propia

Descripción de la aplicación de los tratamientos.

Para la aplicación de los tratamientos se procedió a perforar cada colmena en sus cuatro puntos cardinales: norte, sur, este y oeste. Posteriormente se asperjó los tratamientos con una bomba manual capacidad de 20 litros de agua, luego se taparon cada orificio con papel humedecido, según la metodología de Pérez (2014).

Descripción del método de muestreo post aplicación

El método consistió en sustraer $\frac{1}{4}$ de cada colmena donde se aplicó el tratamiento, los cuales fueron colocados en bolsas plásticas de polietileno etiquetados con tipo de tratamiento y el número de colmena, seguidamente fueron trasladado al laboratorio. Cada $\frac{1}{4}$ de la muestra fue colocado en panas plásticas y se sacudió de manera que quedaran insectos dentro de las panas, seguidamente fueron contados 100 ejemplares de termitas entre vivos y muertos e indistinto de su organización social (soldados, obreras, alados), de esos 100 ejemplares seleccionados se contó el número de individuos muertos y vivos, evaluando 1600 individuos de termitas por tratamientos.

Definición de las variables a evaluar

Porcentaje de incidencia

Este se cuantifico a través de la observación visual en el área donde se llevó a cabo el experimento, en el cual se determinó en que sí o no estaba colonizada por las termitas considerándose infectada. Se utilizó la formula sugerida por Anculle y Álvarez (1999); Montes et al. (2010), ec 1.

$$I = \frac{NPI}{NTP} * 100 \quad [1]$$

I=Incidencia

NPI= Número de plantas infestadas

NTP=Número total de plantas

identificación de especie de termitas

Las muestras se tomaron al azar y trasladadas al Laboratorio de Entomología del departamento de Agroecología de Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinarias, UNAN León. Para la identificación de los especímenes se usaron las claves dicotómica propuesta por Malpica et al. (2010) y Constantino (2001).

Efectividad de los tratamientos

La efectividad de un tratamiento sea químico o biológico se define como el porcentaje de control que se obtiene después de ser aplicado sobre un organismo que se desea manejar. Entre más se acerque a 100, expresa la mejor efectividad de un tratamiento. Sin embargo, esta efectividad se puede ver afectada por muchos factores abióticos, forma de dosificación, aplicación, medición, etc.

Utilizando los datos obtenidos de campo se calculó la efectividad para cada uno de los tratamientos determinándose mediante la fórmula sugerida por Abbott (1925), ec 2.

$$EB = \frac{(A-B)}{A} * 100 \quad [2]$$

Donde:

EB= efectividad biológica

A= número de individuos vivos.

B= número de individuos muertos.

Determinación de la esporulación de los hongos en estudio

Para determinar el porcentaje de esporulación de los hongos entomopatógenos se montó un ensayo en el laboratorio de entomología el cual consistió en poner cada muestra que se obtuvo de campo colocados en platos Petri, para eso se preparó cada plato Petri con servilleta recortada de la forma del plato Petri, colocados en el fondo. Luego se depositaron los 100 insectos vivos y muertos que se obtuvieron de campo, posteriormente se le asperjó agua destilada y se tapó con papel parafim rotuladas del número de colmena y tratamiento. La revisión se realizó a los tres días con ayuda de un estereoscopio, para identificar en las termitas micelio esporulado de los hongos entomopatógenos, expresado en porcentaje.

Análisis estadístico

La base de datos se registró en el programa Excel, la distribución espacial de la incidencia de colmenas en las plantaciones de marango se ejecutó en el programa Mr. been plataforma R estudió. El análisis estadístico se realizó en el programa SPSS v.23 para determinar los supuestos estadísticos como son normalidad, homocedasticidad donde se pudo determinar que la variable efectividad influenciada por los tratamientos y la variable esporulación de los hongos entomopatógenos, no cumplieron con los supuestos estadísticos, por lo tanto, para su determinación de ver si existía diferencia entre los tratamientos y ver si existe o no sig. Estadística se determinó en base a la prueba no paramétrica de kruskall-wallis, la diferencia de los rangos promedios y significancia de comparaciones de los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de incidencia de termita presente en las plantaciones de marango

La cantidad de árboles infectados por termita fue del 39% de 203 plantas, 79 se encontraban con presencia de una colmena, en la (figura 1) se observa la distribución espacial de la incidencia de termita presente en las plantaciones de marango, donde el color amarillo representa la mayor incidencia de árboles infectados y el color azul es donde hay una menor incidencia, es decir menos presencia de colmenas de termitas.

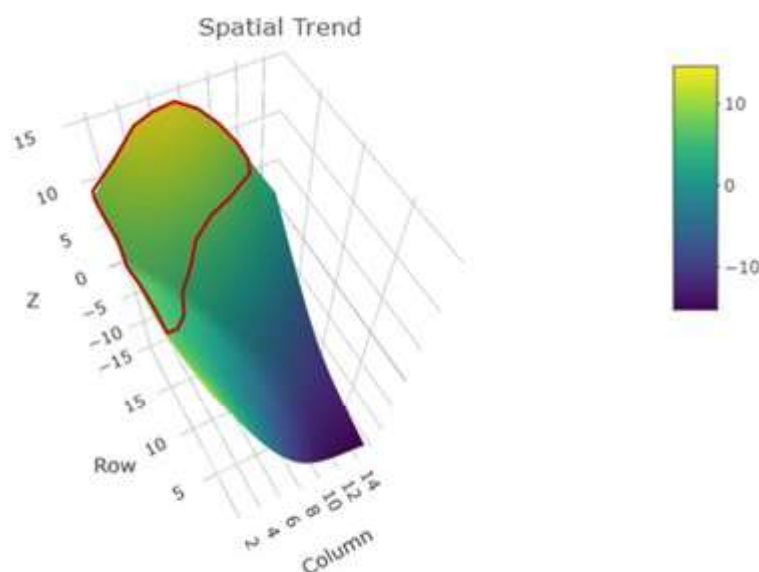


FIGURA 1.

Distribución espacial de infestaciones de colmenas en terminas en una alta plantaciones de marango en El Centro de Referencia Fidel Castro Ruz

Elaboración propia

Dato casi similar reporto Malpica et al. (2010), en estudios llevados a cabos en Venezuela quien reporto una alta incidencia de colmenas de *Nasutitermes corniger* en un bosque ribereño de Venezuela estimándolo en 26 nidos/ha. Este mismo autor hace referencia de que de las 4 especies que encontró, la especie *N. corniger* es la que más densidad de colmenas presento. Esta especie posee una alta incidencia en los sitios donde se presenta. Las plantaciones en estudios tenían más de 5 años de sembradas conteniendo alto contenido de material lignificado, además bastante material en descomposición, contribuyente a tener un habitat propicio para su desarrollo, Coincidiendo con Ashton et al. (2019) y Raven et al. (1999) referen que este tipo de ambiente es propicio para la construcción de colmenas, esto lo evidenciaron en sus investigaciones donde ellos reportaron mayor incidencia de colmenas y actividad del género *Nasutitermes* en este tipo de condiciones de agroecosistema.

Identificación de la especie de termitas presente en las plantaciones de marango.

Los ejemplares colectados presentaron antenas con 13 segmentos, el tercer antenómero más largo que el resto y el segundo y cuarto antenómero más corto; en la base del naso presentaron 4 setas y dos en el vertex uno a cada lado, entre la elevación y el vertex presentó forma cóncava, naso cónico más claro que la cabeza, con 4-6 setas en la cabeza; pronotun en forma de silla de montar con 0-5 setas en la parte posterior (figura 2), estas características estuvieron en correspondencia con *Nasutitermes corniger* según las claves aportadas por Malpica et al. (2010). Sin embargo, este mismo autor señala que existe sinonimia con *Nasutitermes costalis*.

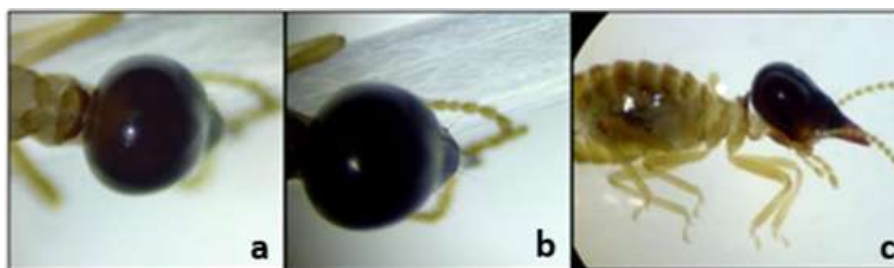


FIGURA 2

Identificación de especie de termitas *Nasutitermes corniger*. A) Vista anterior-dorsal de soldado observando dos setas en el vertex. b) Vista anterior-dorsal de soldado observando 4 setas en la base del naso. c) Vista lateral de soldado observando el pronoto en forma de silla y naso más claro que la cabeza

Elaboración propia

Efectividad en campo de *B. bassiana* y *M. anisopliae* y Cipermetrina en colmenas de termitas

La efectividad de los tratamientos en campo se presenta en la (figura 3) presenta la efectividad de los tratamientos en los diferentes volúmenes promedios de colmenas encontrados en campo, donde podemos ver que el tratamiento químico (Cipermetrina) con una dosis de 6cc/lit ofrece los mejores porcentajes de efectividad con valores promedios de 96 %, seguido por el tratamiento *M. anisopliae* con una concentración de 2.28×10^6 conidias/ml que presenta valores promedios de efectividad 24 % y el tratamiento *B. bassiana* con una concentración de 3.6×10^7 conidias/ml con valores promedios de efectividad del 7%.

Costa (2000), en su investigación manifiesta que el *M. anisopliae* ocasiona el 55% de mortalidad en *Nasutitermes globiceps* a los siete días de contacto con el hongo en condiciones de laboratorios a una concentración de 107 conidios/ml. Sin embargo en condiciones de campo la efectividad de *M. anisopliae* es de 24% habiendo una discrepancia en resultados que menciona Costa (2000).

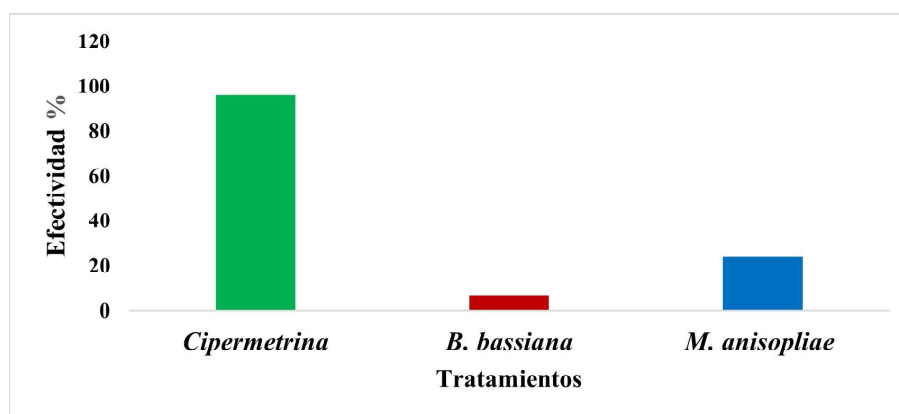


FIGURA 3

Efectividad de hongos entomopatógenos en *N. corniger* en condiciones de campo.

Elaboración propia

Se evidencia que ambos hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae* su efectividad fue bajo, datos muy similar de efectividad bajo en campo de *B. bassiana* obtuvieron López, et al. (2002) donde evaluaron 3 cepas de *B. bassiana* con una concentración de 1.5×10^8 conidias/ml sobre el descortezador de pinos logrando porcentajes de entre 2.9 y 3,6% de efectividad en campo, concluyendo que ninguna de las tres cepas son efectivas para el control del descortezador de pino. Alves (1986) manifiesta que las mortalidades en campo son bajas y sugiere que para lograr altos porcentajes de mortalidad el hongo debe tener las condiciones mínimas de temperatura y humedad relativa. En esta evaluación las condiciones climáticas de temperatura y humedad relativa pudieron influir en la efectividad de los hongos entomopatógenos evaluados en periodo

seco, condiciones que no permiten buen desempeño del hongo. También se espera que la temperatura media del aire pudiera incrementarse de manera sustancial y para finales de siglo llegando a ser superiores a los 3,0°C (Milan-Pérez & Zúniga-Gonzalez, 2021), esto estaría obligando a rediseñar los agroecosistemas de producción para proporcionar las condiciones climáticas a los hongos entomopatógenos.

Sin embargo, Santillán (2004) manifiesta que existen otros factores que pueden limitar la dispersión de los patógeno en la colmena como son, la repelencia al conidio del hongo, la remoción y entierro de las termitas muertas por el hongo, y el cambio en el comportamiento de termitas infestadas en el caso de infestación por *M. anisopliae* se congregan en la base del nido donde es más fácil que mantengan una cuarentena y sean atendidas por obreras; así mismo Henderson (2001) menciona que la temperatura dentro de la colmena se mantiene a 32°C a causa del calor generado por las mismas termitas. Las limitaciones térmicas no son solo el resultado de las condiciones ambientales, si no también las logradas a través de la termorregulación del hospedero (Chappell & Whitman, 1990).

Tomando en cuenta lo antes expuesto se considera que esto puede repercutir en la inactivación y viabilidad de las conidias en sus primeras etapas de infestación. Sin embargo en esta investigación no se tomó en cuenta dicha variable, se necesita tomar en cuenta la variable temperatura en estudios posteriores, para poder determinar si esto fue lo que ocasiono una baja efectividad de los hongos entomopatógenos en el manejo de *N. corniger* en condiciones de campo. Según Farguez et al. (1997) manifiesta que *B. bassiana* crece en un amplio rango de temperatura de 8 a 35 C°.

Existen estudios que han determinado la presencia de hongos ectoparásitos en las termitas del género *Coreomycetopsis oedipus* descubierto por Thaxter (1920) citado Blackwell et al. (1976) que se encuentra presente en la cutícula de *N. corniger* y que fue la especie que se encontró en la plantaciones de marango, aunque no exista todavía estudios relacionados de este tipo de hongo ectoparásito: su bioecología y función, y si con los hongos entomopatógenos puede impedir la penetración del hongo en la cutícula de las termitas. Ocasionalmente de esta manera bajas efectividades de lo entomopatógenos en el manejo de las termitas de la especie *N. corniger*. Aguerro (2009) en sus estudios reportaron mayor porcentaje de efectividad de *M. anisopliae* entre 60.7% y *B. bassiana* presento 58.9% en picudos del plátano *Cosmopolites sordidus*. Sin embargo, hay que destacar por lo anteriormente expresado que la bioecología de las termitas es muy distinta a la del picudo del plátano y por ende se pueden tener diferentes porcentajes de efectividad aun así se evalúen las mismas concentraciones y dosis de los hongos entomopatógenos que fueron utilizadas en este estudio.

En lo que respecta a la efectividad del tratamiento químico (Cipermetrina) se tuvieron resultados alentadores si lo comparamos a lo que menciona Morris (2000); Méndez y Equihua (2001); Perez- Levastida (2014) quienes manifiestan que el control químico ha sido ineficaz, para controlar a las termitas en nuestra investigación se obtuvieron efectividad del 96% coincidiendo con estudios llevados a cabo por Erazo et. al. (2019) quienes trataron las maderas de especies *E. urophylla* y *P. caribaea* con PRO-XIL® ingrediente activo (Cipermetrina) presentando un porcentaje de efectividad del 95 % en control de las termitas.

Porcentaje de esporulación de *M. anisopliae* y *B. bassiana* en termitas.

En la figura 4, se muestra los porcentajes de esporulación, presentan diferencia sig. $p = 0.0033 < 0.05$ teniendo los mejores porcentajes de esporulación *M. anisopliae* con un 69% de esporulación y *B. bassiana* con un 31%. En base a sus características, la esporulación del hongo es la evidencia de que el insecto fue muerto por el hongo.

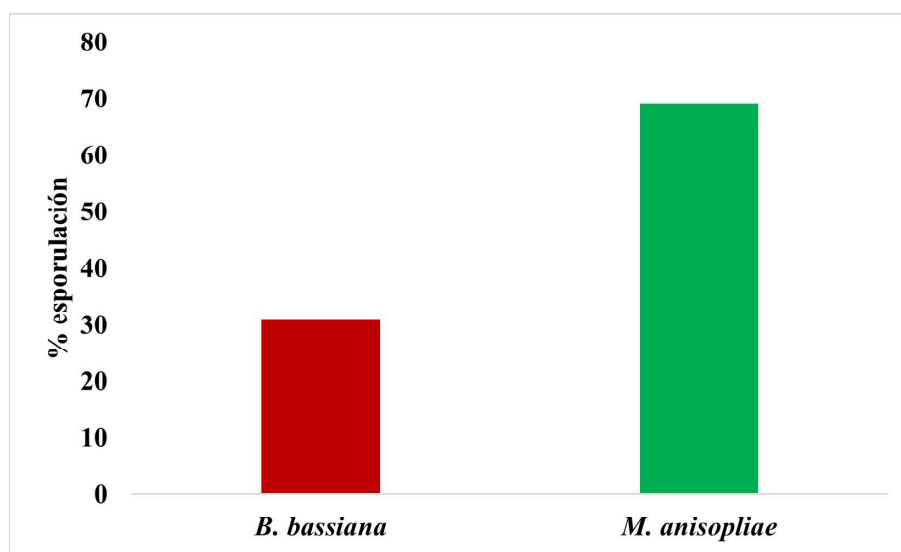


FIGURA 4

Porcentaje de esporulación de *M. anisopliae* y *B. bassiana* sobre cadáveres de termitas en laboratorio de la Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinarias

Estos resultados de esporulación de *M. anisopliae* de esta investigación son similares a los reportados por Aguerro et al. (2009) donde obtuvieron esporulaciones de *M. anisopliae* de 77.4% sobre el picudo del plátano; de igual forma datos similares de esporulación de *M. anisopliae* reporto Gonzáles (2014) que obtuvo esporulación en los tres bioensayos de 67, 76 y 71% sobre mosca blanca, sin embargo hay que destacar que la concentración fue de 10^{10} conidias/ml siendo mayor a la que se utilizó en este estudio 106 conidias/ml. Por ende obtuvieron un poco más porcentaje de esporulación al existir mayor cantidad de conidias/ml sobre el hospedero. A pesar de que la concentración de conidias/ml que utilizó en esta investigación fue menor a la que utilizaron ambos autores se obtuvieron resultados similares de esporulación de *M. anisopliae* en las termitas. Sin embargo, en lo que respecta a la esporulación de *B. bassiana* los resultados obtenidos son diferentes a los reportados por Moreno (2003) Sobre picudo del plátano quien obtuvo una esporulación en los tres bioensayos superior al 80%. La diferencia puede deberse que la concentración de conidias/ml utilizada fue mayor a la que se evaluó en nuestra investigación, ya que al tener mayor cantidad de conidias/ml se pueden tener mayores esporulaciones, al existir mayor cantidad de conidias sobre el hospedero.

De la misma manera habría que considerar, que las termitas tienen bioecología distinta a la del picudo del plátano, además poseen protozoos en su sistema digestivo, con los que viven en simbiosis, esto podría influir en la esporulación de los entomopatógenos en las termitas, ocasionando bajas esporulaciones, no obstante, se requiere de estudios más específicos de estos protozoos en las termitas y su relación con los hongos entomopatógenos para poder determinar si es debido a esos protozoos que se tienen esas bajas esporulaciones de *B. bassiana*.

CONCLUSIONES

El 39 % de población de marango *M. oleífera* se encontraba infectada por termitas. La especie de termita presente en las plantaciones de marango *M. oleífera* fue *N. corniger*. Existió sig. Estadística ($P=0.000$) para la efectividad de los tratamientos en campo siendo Cipermetrina que presentó los mejores porcentaje de efectividad con valores promedios de 96% seguido por *M. anisopliae* con efectividad de 24 % y *B. bassiana* con 7%. Los porcentajes de esporulación presentaron sig. Estadística. ($P=0.0033$) siendo *M. anisopliae* quien presentó los mejores porcentajes con un 69% y *B. Bassiana* con un 31%. Se resalta necesidad de realizar

este estudio en agroecosistemas que proporcionen las condiciones climáticas adecuadas para evaluar hongos entomopatógenos en insectos plagas

LITERATURA CITADA

- Anculle, A. y Álvarez, R. (1999). Evaluación de enfermedades de plantas. Versión 2. Arequipa (Perú). Senasa. http://www.senasa.gob.pe/intranet/capacitación/cursos/curso_arequipa/evaluación_enfermedades_plantas_1.pdf.>.
- Abdull Razis, A. F., Ibrahim, M. D., & Kntayya, S. B. (2014). Health benefits of *Moringa oleifera*. *Asian pacific journal of cancer prevention*, 15(20), 8571-8576. <https://doi.org/10.7314/APJCP.2014.15.20.8571>
- Alves, S.B. (1986). Controle Microbiano de insectos, editore Manole LTDA. Sao Paulo Brasil. 125pag
- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. econ. Entomol*, 18(2), 265-267.
- Aguerro Alaniz, J. G., Escoto Calderón, J. N., & Juárez Zapata, E. A. (2009). Evaluación de la cepa 114 de *Beauveria bassiana* y la cepa, Monte Rosa, de *Metarhizium anisopliae* para el manejo de *Cosmopolites sordidus*. Campos Agropecuario 1 y 2 de la UNAN León. (Tesis de grado Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León).
- Ashton, L. A., Griffiths, H. M., Parr, C. L., Evans, T. A., Didham, R. K., Hasan, F. y Eggleton, P. (2019). Termites mitigate the effects of drought in tropical rainforest. *Science*, 363(6423), 174-177. DOI: 10.1126/science.aau9565
- Bellottiz, A. C., Arias, B., Vargas, O., & Peña, J. (2002). Pérdidas en rendimientos del cultivo de yuca causadas por insectos y ácaros. La yuca en el tercer milenio sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización (B. Ospina & H. Ceballos, eds.). CIAT-CLAYUCA, 204-219.
- Blackwell, M. y Kimbrough, J.W. (1976). Un estudio del desarrollo del hongo *Coreomyetopsis oedipus* asociado a las termitas. *Micología*, 68 (3), 551-558. <https://doi.org/10.1080/00275514.1976.12019941>
- Chappell, M.A. and Whitman, D. W. (1990). Grasshopper thermoregulation. Pp. 143-172. In: *Biology of Grasshoppers*. Ed. R. Chapman, Wiley Interscience, New York.
- Constantino, R. (2001) On-Line Catalog of the Living Termites of the New World. Departamento de Zoología, Universidad de Brasilia. Brasil.
- Costa, ADC. (2000). Acción de los aislados de hongos sobre termitas xilófagas *Nasutitermes globiceps* (Isóptera: Termitidae). (Tesis de maestría, Facultad de agricultura Luis de Queiroz, Universidad de Sao Paulo Piracicaba). <https://doi.org/10.11606/D.11.2019.tde-20191218-114411>
- Daba, M. (2016). Miracle Tree: A review on multi-purposes of *Moringa oleifera* and its implication for climate change mitigation. *Journal of Earth Science & Climatic Change*, 7, 1-5. DOI: 10.4172/2157-7617.1000366
- Erazo, O., Quintero, B., Molina, Y., y Encinas, O. (2019). Evaluación de productos comerciales a base de Cipermetrina sobre *Cryptotermes brevis* (Walker) en *Pinus caribaea*, *Eucalyptus urophylla* y *Acacia mangium*. *La revista forestal Venezolana*, 63(1): 61-73
- Fargues, J., Goettel, MS, Smits, N., Ouedraogo, A. y Rougier, M. (1997). Efecto de la temperatura sobre el crecimiento vegetativo de aislamientos de *Beauveria bassiana* de diferentes orígenes. *Mycologia*, 89 (3), 383-392. doi: 10.1080 / 00275514.1997.12026797
- Fernandes, Â., Bancesi, A., Pinela, J., Dias, MI., Liberal, Â., Calhelha, RC., Ćirić, A., Soković, M., Catarino, L., Ferreira, ICFR. y Barros, L. (2020). Perfiles nutricionales, fitoquímicos y actividades biológicas de *Moringa oleifera* Lam. partes comestibles de Guinea-Bissau (África occidental) . *Química de los alimentos* , 128229. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128229>
- Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P. y Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de la Investigación. Editorial McGraw Hill.
- Gajú M., Bach C. y Molero R. (2015). Orden Isóptera. Revista IDE@ - SEA, 49 (1-17). URL: http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_49.pdf
- García Centeno, L., Téllez Obregón, O. y Mason, S. C. (2007). Uso eficiente del nitrógeno por 16 líneas de sorgo en Nicaragua. *La Calera* 8(11), 9-48. URL: <http://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/2288>

- González M. J. (2014). Evaluación de la patogenicidad y esporulación del hongo *Metarrhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin cepa Metagreen en concentración de 10 c/ml sobre adulto de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el laboratorio de hongos Entomopatógenos del Campus Agropecuario de UNAN-León 2011-2012. (Tesis de grado Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León).
- Govorushko, S. (2019). Economic and ecological importance of termites: A global review. *Entomological Science*, 22(1), 21-35. <https://doi.org/10.1111/ens.12328>
- Henderson, G. (2001). Termites under the weather. *Louisiana agriculture experiment station magazine*. Vol. 44, No. 2, Spring.
- Jaja-Chimedza, A. , Graf, BL , Simmler, C. , Kim, Y. , Kuhn, P. , Pauli, GF y Raskin, I. (2017). Caracterización bioquímica y propiedades antiinflamatorias de un extracto de semilla de moringa (*Moringa oleifera*) enriquecido con isotiocianato . *PLoS One*, 12 (8), e0182658.
- López. R. A., De Zayas E., Fernandez A.,y Triguero M. (2002). Evaluación de cepas de *Beauveria bassiana* contra los descortezadores (Coleóptera: Scolytidae) del género *Ips* en plantaciones de pinos (*Pinus caribaea* Morelet). *Revista de Protección Vegetal* 17(2), 138.
- Maes, J. (1990). Catálogo de isóptero en Nicaragua. *Revista Nicaragüense de entomología* 13(1):13-20 URL: https://mapadeterminas.org/uploads/library/LIB_F1D850-FFC7F2-39F68D-5EE921-679D6B-63E917.pdf
- Malpica F., Andara C. y Varela C.W. (2010). Especies de *Nasutitermes* (Isoptera: Termitidae) en la Cumaca, municipio San Diego, estado Carabobo, Venezuela. *FARAUTE Ciencia. Y Tecnología*. 5(2): 44-55
- Martínez, G. L., Martinez G., A., Molina A., J. P., y Zuluaga, J. J. (2009). Manejo de Termitas o Comejenes en el cultivo de caucho. 1ra edicion ed. (No. Doc. 22698) CO-BAC, Bogotá).
- Montiel, J. T. M., & Martínez, A. E. (2001). Diversidad y manejo de los termes de México (Hexapoda, Isoptera). *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, (Es1), 173-187.
- Milán-Pérez, J. A., & Zúniga-Gonzalez, C. A. (2021). Necesidades de investigación y transferencia de tecnologías sobre cambio climático en Nicaragua: Una oportunidad en la Bioeconomía. *Revista Iberoamericana De Bioeconomía Y Cambio Climático*, 7(13), 1518–1543. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v7i13.11270>
- Montes Rojas, C., Muñoz A, Terán, V.F., Prado, F.A & Quiñonez, M. A. (2010). Pathogenity evaluation on *Salanum quitoense* Lam. Clones. *Acta Agronómica*, 59 (2), 144-154
- Moreno, L. (2003). Evaluación de la eficacia de control de *Beauveria bassiana* (Balls) Vuill en picudo negro del plátano *Cosmopolites sordidus* (germar) (Coleóptera, Curculionidae) campus agropecuario UNAN, León. (Tesis de grado Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León).
- Morris, P.I. (2000). Integrated control of subterranean termites: The 6s approach group leader-Durability and Protection group. Forintek, Canada corporation, Vancouver, B.C. VGTIWO
- Padayachee, B. y Baijnath, H. (2020). Una revisión completa actualizada de las propiedades medicinales, fitoquímicas y farmacológicas de *Moringa oleifera*. *Revista Sudafricana de Botánica* , 129 , 304-316.
- Pérez, Levastida, M. (2014). Control de termitas con entomopatógenos (trabajo de diploma) Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Santa Clara. 43 p.
- Quiroz Medina, C. R., Castellón, J. D., Cea Navas, N. E., Ortiz, M. S., & Zuniga-Gonzalez, C. A. (2021). Caracterización de la macrofauna edáfica en diferentes sistemas agroforestales, en el Municipio de San Ramón, Departamento de Matagalpa, Nicaragua. *Nexo Revista Científica*, 34(02), 572–582. <https://doi.org/10.5377/nexo.v34i02.11542>
- Raven P.H., R.F. Evert & S.E. Eichhorn.(1999). *Biology of Plants*. 6ªEd. New York. W.H. Freeman and Company. 944 p
- Reyes-Becerril, M., Angulo, C. and Silva-Jara, J. (2021). Antibacterial and immunomodulatory activity of moringa (*Moringa oleifera*) seed extract in Longfin yellowtail (*Seriola rivoliana*) peripheral blood leukocytes. *Aquaculture Research*, 52: 4076-4085. <https://doi.org/10.1111/are.15245>
- Rodríguez Flores, O. y Jiménez Martínez, E. (2019). Órdenes de insectos de importancia agrícola en Nicaragua: Identificación y diagnóstico. Universidad Nacional Agraria, Managua (Nicaragua).

- Rust, M. K. y Su, N. (2012). Managing Social Insects of Urban Importance. *Annual Review of Entomology*, 57: 535-575
- Santillán, J. (2004). Especies de termitas en plantaciones comerciales de mango (*Mangifera indica* L.) en la costa sur de Jalisco. (Tesis para obtener el grado de Maestro en ciencias agrícolas y forestales. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco). 99p
- Su, N. Y. & Scheffrahn, R. H. (2000). Termites as pests of buildings. In *Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology* (pp. 437-453). Springer, Dordrecht.