



KUXULKAB'

-Tierra viva o naturaleza en voz Chontal-

Volumen 28

Número 61

Mayo-Agosto 2022

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias Biológicas





TRABAJO DE CAMPO: PROFESORA DE LA DACBioI-UJAT EN LA COLECTA DE MUESTRAS DE POLEN DE *Rizophora mangle*.
Laguna de Términos; Campeche; México.

Fotografía: cortesía de Marcela Alejandra Cid Martínez



UJAT

UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

“ ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE ”

DIRECTORIO

L.D. Guillermo Narváez Osorio
Rector

Dra. Dora María Frias Márquez
Secretaria de Servicios Académicos

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

Mtro. Jorge Membreño Juárez
Secretario de Servicios Administrativos

Mtro. Miguel Armando Vélez Téllez
Secretario de Finanzas

Dr. Arturo Garrido Mora
Director de la División Académica de Ciencias Biológicas

Dra. Ana Rosa Rodríguez Luna
Coordinadora de Investigación y Posgrado, DACBioI-UJAT

M. en A. Emilio Ocampo Morales
Coordinador Administrativo, DACBioI-UJAT

M.I.P.A. Araceli Guadalupe Pérez Gómez
Coordinadora de Docencia, DACBioI-UJAT

M.C.A. Yessenia Sánchez Alcudia
Coordinadora de Difusión Cultural y Extensión, DACBioI-UJAT

COMITÉ EDITORIAL DE KUXULKAB'

Dr. Andrés Reséndez Medina †
Editor fundador

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo
Editor ejecutivo y encargado

Dra. Coral Jazvel Pacheco Figueroa

Dr. Jesús García Grajales

Dra. Carolina Zequeira Larios

Dr. Rodrigo García Morales

Dra. María Elena Macías Valadez-Treviño

Ocean. Rafael García de Quevedo Machain

M.C.A. Ma. Guadalupe Rivas Acuña

Dr. Nicolás Álvarez Pliego

Dra. Nelly del Carmen Jiménez Pérez

Dr. Marco Antonio Altamirano González Ortega

Dra. Rocío Guerrero Zárate

Dr. Eduardo Salvador López Hernández

Dra. Nadia Florencia Ojeda Robertos

Dr. Maximiano Antonio Estrada Botello

Dra. Melina del Carmen Uribe López

Dr. José Guadalupe Chan Quijano

Dra. Martha Alicia Perera García

Editores asociados

Dra. Ramona Elizabeth Sanlúcar Estrada

M.C.A. Alma Deysi Anacleto Rosas

Dra. Ena Edith Mata Zayas

M. en Pub. Magally Guadalupe Sánchez Domínguez

Correctores de estilo

M.C.A. María del Rosario Barragán Vázquez

M. en C. Leonardo Noriel López Jiménez

Dra. Violeta Ruiz Carrera

Correctores de pruebas

M.Arq. Marcela Zurita Macías-Valadez

M. en C. Sulma Guadalupe Gómez Jiménez

Traductoras

L.I.A. Ervey Baltazar Esponda

Soporte técnico institucional

Srta. Ydania del Carmen Rosado López

Téc. Juan Pablo Quiñonez Rodríguez †

Biól. José Francisco Juárez López

Est. Biól. Gloria Cecilia Arecha Soler

Est. G.A. Diana Cecilia Velázquez Leyva

Est. I.A. José Manuel Ramírez Cruz

Apoyo técnico

CONSEJO EDITORIAL (EXTERNO)

Dra. Lilia María Gama Campillo

División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT - México

Dr. Roberto Carlos González Fócil

Jefe del Departamento de Revistas Científicas, UJAT - México

Dra. Juliana Álvarez Rodríguez

División Académica de Ciencias Económico Administrativas, UJAT - México

Dr. Jesús María San Martín Toro

Universidad de Valladolid (UVA) - España

ISSN 2448-508X

KUXULKAB'

La revista KUXULKAB' (vocablo chontal que significa «tierra viva» o «naturaleza») es una publicación cuatrimestral de divulgación científica la cual forma parte de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; aquí se exhiben tópicos sobre la situación de nuestros recursos naturales, además de avances o resultados de las líneas de investigación dentro de las ciencias biológicas, agropecuarias y ambientales principalmente.

El objetivo fundamental de la revista es transmitir conocimientos con la aspiración de lograr su más amplia presencia dentro de la propia comunidad universitaria y fuera de ella, pretendiendo igualmente, una vinculación con la sociedad. Se publican trabajos de autores nacionales o extranjeros en español, con un breve resumen en inglés, así como también imágenes caricaturescas.

KUXULKAB' se encuentra disponible electrónicamente y en acceso abierto:



Revistas Universitarias (<https://revistas.ujat.mx/>)

Portal electrónico de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).



Repositorio Institucional (<http://ri.ujat.mx/>)

Plataforma digital desarrollado con el aval del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), se cuenta con un acervo académico, científico, tecnológico y de innovación de la UJAT.



Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (www.latindex.ppl.unam.mx)

Red de instituciones que reúnen y diseminan información sobre las publicaciones científicas seriadas producidas en Iberoamérica.



PERIÓDICA (<http://periodica.unam.mx>)

Base de datos bibliográfica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con registros bibliográficos publicados América Latina y el Caribe, especializadas en ciencia y tecnología.



Nuestra portada:

El suelo, ganado, parásitos, microorganismos y otras cosas más.

Diseño de:

Fernando Rodríguez Quevedo (División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT).

Fotografías de:

Imagen alusiva al número publicado y de uso libre en la red.

KUXULKAB', año 28, No. 61, mayo-agosto 2022; es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) a través de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBioI). Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura; Col. Magisterial; Villahermosa, Centro, Tabasco, México; C.P. 86040; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; <https://revistas.ujat.mx>; kuxulkab@ujat.mx. Editor responsable: Fernando Rodríguez Quevedo. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-090610320400-203; ISSN: 2448-508X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Editor ejecutivo, Fernando Rodríguez Quevedo; Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5; entronque a Bosques de Saloya; CP. 86039; Villahermosa, Centro, Tabasco; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; Fecha de la última modificación: 13 de mayo de 2022.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la revista, ni de la DACBioI y mucho menos de la UJAT. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.



Editorial

Estimados lectores:

Deseario se encuentren bien, en esta oportunidad nos dirigimos para presentar el segundo número de **Kuxulkab'** para este año; muestra de que seguimos trabajando y reforzando esfuerzos para mantener nuestra presencia. Para este número, se cuenta con cuatro aportaciones donde, veremos la importancia de todos aquellos trabajos de investigación y académicos. Queremos señalar la presencia de una aportación proveniente de la División Académica de Ciencias Agropecuarias (DACA), campus universitario de nuestra UJAT; a quien de manera continua le brindamos una fraterna bienvenida.

En exposición a la forma de trabajo en la revista, proporcionamos una sinopsis de las aportaciones que conforman esta publicación:

«**Estado del relicto de selva del «Cerro de las Flores», Sierra de Huimanguillo, Tabasco, México»**; escrito donde se menciona que dicha zona es un fragmento de vegetación arbórea y punto de continuidad entre dos corredores biológicos; señalando la importancia de crear una franja de amortiguamiento que permita su conservación.

«**Biocontrol de parásitos de rumiantes con hongos**», aportación donde se manifiesta la forma en que los hongos producen daño a los parásitos, y esto podría utilizarse para el control integrado de parásitos en la ganadería, particularmente en rumiantes.

«**Historia y aplicaciones de la Reacción en Cadena de la Polimerasa en el diagnóstico clínico**»; participación donde los autores, describen conceptos, utilización así como las ventajas y desventajas de utilizar la PCR como herramienta de apoyo en el diagnóstico de enfermedades como de apoyo en la identificación de organismos (micro y macro).

«**Claves dicotómicas: herramientas básicas para la identificación biológica**»; texto donde se exponen las características básicas para la elaboración y utilización de una clave, cuya utilidad es la identificación de una especie o taxón específico.

Como siempre, la consolidación de este número es un esfuerzo en conjunto con autores, evaluadores, editores asociados y demás miembros del comité editorial de esta revista. Agradecemos, a cada uno de ellos, su apoyo y entusiasmo de colaborar en la divulgación de la ciencia con estándares de calidad emanados por esta casa de estudios. Esperamos vernos pronto.

Arturo Garrido Mora
DIRECTOR DE LA DACBIOL-UJAT

Fernando Rodríguez Queredo
EDITOR EJECUTIVO DE KUXULKAB'

Contenido

ESTADO DEL RELICTO DE SELVA DEL «CERRO DE LAS FLORES», SIERRA DE HUIMANGUILLO, TABASCO, MÉXICO 05-13

STATUS OF THE FOREST RELICT OF «CERRO DE LAS FLORES», SIERRA DE HUIMANGUILLO, TABASCO, MEXICO

Eduardo Javier Moguel Ordóñez, Nelly del Carmen Jiménez Pérez, Ruth del Carmen Luna Ruiz, Coral Jazvel Pacheco Figueroa, Juan de Dios Valdez Leal, Ena Edith Mata Zayas, Lilia María Gama Campillo & Luis José Rangel Ruiz

BIOCONTROL DE PARÁSITOS DE RUMIANTES CON HONGOS 15-22

BIOCONTROL OF PARASITES IN RUMINANTS WITH FUNGI

Nadia Florencia Ojeda Robertos, Roger Iván Rodríguez Vivas & Jorge Alonso Peralta Torres

HISTORIA Y APLICACIONES DE LA REACCIÓN EN CADENA DE LA POLIMERASA EN EL DIAGNÓSTICO CLÍNICO 23-32

HISTORY AND APPLICATIONS OF THE POLYMERASE CHAIN REACTION IN CLINICAL DIAGNOSIS

Rosa Martha Padrón López, Aminta Hernández Marín & Julia María Leshner Gordillo

CLAVES DICOTÓMICAS: HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA LA IDENTIFICACIÓN BIOLÓGICA 33-39

DICHOTOMOUS KEYS: BASIC TOOLS FOR BIOLOGICAL IDENTIFICATION

Carlos Manuel Burelo Ramos & Marcela Alejandra Cid Martínez



BIOCONTROL DE PARÁSITOS DE RUMIANTES CON HONGOS

BIOCONTROL OF PARASITES IN RUMINANTS WITH FUNGI

Nadia Florencia Ojeda Robertos^{1✉}, Roger Iván Rodríguez Vivas² & Jorge Alonso Peralta Torres³

¹Médico Veterinario Zootecnista; Maestra en Ciencias en Producción Animal, y Doctora en Ciencias Agropecuarias por la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). Actualmente, profesora-investigadora en la División Académica de Ciencias Agropecuarias (DACA) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Estudia la línea sobre epidemiología y control de enfermedades parasitarias en rumiantes.

²Médico Veterinario Zootecnista por la UADY, con estudios de Maestría y Doctorado en la Universidad de Liverpool (Reino Unido). Profesor de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UADY. Desarrolla investigación en la línea de salud y parasitología de animales domésticos.

³Médico Veterinario Zootecnista por la Universidad Veracruzana (UV); Maestro en Producción Animal Tropical (reproducción); Doctor en Ciencias Agropecuarias por la UADY. Hoy profesor de la DACA-UJAT, tiene la línea de investigación sobre reproducción animal tropical.

División Académica de Ciencias Agropecuarias (DACA), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT): Carretera Federal #195 (Villahermosa-Teapa), km 25, La Huasteca 2^{da} Sección; C.P. 86290. Villahermosa, Tabasco; México.

✉ nojedar@hotmail.com

¹ 0000-0001-7454-6960 ² 0000-0002-3340-8059

³ 0000-0002-8962-6434

Como referenciar:

Ojeda Robertos, N.F.; Rodríguez Vivas, R.I. & Peralta Torres, J.A. (2022). Biocontrol de parásitos de rumiantes con hongos. *Kuxulkab'*, 28(61): 15-22, mayo-agosto. <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a28n61.4532>

Disponible en:

<https://revistas.ujat.mx>

<https://revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab>

DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a28n61.4532>

Resumen

Los hongos son organismos vivos con algunas especies que actúan como enemigos naturales de parásitos que afectan a la ganadería y pueden ser utilizados para el control de poblaciones de garrapatas, moscas y gusanos gastrointestinales. El control de los nematodos gastrointestinales con el microhongo, '*Duddingtonia flagrans*', reduce la carga parasitaria de los pastizales al atrapar y alimentarse de las larvas infectantes de los gusanos gastrointestinales. Otro hongo, '*Metarhizium anisopliae*', en estudios de campo redujo entre 64 y 100 % la población larvaria de garrapatas en las praderas. Asimismo, '*M. anisopliae*' e '*Isaria fumosorosea*' demostraron controlar la mosca '*Haematobia irritans*' en un 94-100 % y 90-98 %, respectivamente. En este documento se discute la manera que los hongos producen daños a los parásitos y su futuro uso en el control integrado de parásitos en la ganadería de los rumiantes.

Palabras clave: Antagonistas; Bovinos; Garrapatas; Ovinos; Moscas.

Abstract

Fungi are living organisms with some species that act as natural enemies of livestock parasites and can be used to control populations of ticks, flies and gastrointestinal worms. The control of gastrointestinal nematodes with the microfungus, '*Duddingtonia flagrans*', reduces the parasitic burden of grasslands by trapping and feeding the infective larvae of gastrointestinal worms. Another fungus, '*Metarhizium anisopliae*', in field studies reduced the larval tick population in grasslands by 64-100 %. Likewise, '*M. anisopliae*', and '*Isaria fumosorosea*' were shown to control the horn fly '*Haematobia irritans*' by 94-100 % and 90-98 %, respectively. This document discusses how fungi damage parasites and its future use in an integrated parasite control in ruminant livestock.

Keywords: Antagonist; Cattle; Ticks; Fly; Sheep.

El control biológico de plagas y de parásitos consiste en el uso de enemigos naturales para atacar poblaciones de organismos que afectan a cultivos y animales, entre los cuales están los virus, bacterias y parásitos. El objetivo del uso de los enemigos naturales o antagonistas, es disminuir y mantener la densidad de la población problema a un nivel más bajo del que ocurriría en su ausencia (Rodríguez, Torres, Cruz, Almazán, Alcalá, Alonso, Chan, Domínguez, Fernández, Figueroa, Galindo, Lagunes, López, Martínez, Martínez, Mendoza, Ojeda, Ortega, Rosario, Rosado, Torres & Vitela, 2018; Szewc, De Waal & Zintl, 2021).

Los enemigos naturales son una alternativa a los métodos de control químico tradicionales en los sistemas de producción de bovinos, ovinos e incluso búfalos (Rodríguez *et al.*, 2018; Ojeda-Robertos, Aguilar-Marcelino, Olmedo-Juárez, Luna-Palomera, Peralta-Torres, López-Arellano & Mendoza-de Gives, 2019). Para que un organismo sea considerado como candidato para el control biológico debe cumplir los siguientes requisitos: ser inocuo al ambiente, para la salud de los animales y del ser humano; que no rompa el equilibrio natural del ecosistema, y que sea de bajo costo.

Los parásitos, son organismos que se alimentan y dependen de otro organismo para sobrevivir y continuar con su vida, desarrollo y reproducción. Existen diferentes tipos de parásitos, —y para fines prácticos— se clasifican de acuerdo al lugar donde ejercen su acción negativa en: *parásitos internos*, que son los que están dentro del cuerpo del animal; y *parásitos externos*, que se ubican fuera del animal (Quiroz, Figueroa, Ibarra & López, 2011) (fotografía 1 y 2).

Los nematodos gastrointestinales (NGI), son gusanos redondos que se localizan dentro de los animales (parásitos internos); las garrapatas y moscas (parásitos externos), se alimentan y consumen los nutrientes que el animal utilizaría para vivir, crecer y producir carne o leche. Cada tipo de parásito, dependiendo del género y especie consumirá nutrientes del lugar donde se encuentren; por ejemplo, algunos consumen mucosa, el contenido intestinal o gástrico, los productos de la digestión de los alimentos o sangre (hematófagos) del animal en el que habitan (Saito, Bechara, Nunes, de Oliveira, Denardi & Camargo, 2005; Zajac & Garza, 2020). Es en esta etapa de la vida parásita, donde estos ocasionan problemas de salud en los animales, entre los que se encuentran la pérdida de peso, disminución en la producción de leche, disminución en su habilidad reproductiva y en casos severos la muerte del animal (Hoste, Sotiraki, Landau, Jackson & Beveridge, 2010).

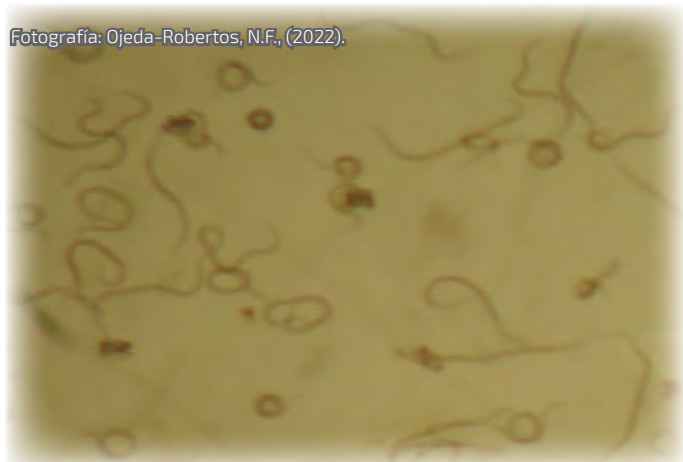
Es por eso, que para disminuir los problemas que causan estos parásitos, se utilizan productos químicos para controlar su presencia y daños; sin embargo, debido al uso desmedido e inadecuado de estos productos, se ha originado un problema de distribución mundial (Torres-Acosta, Mendoza-de Gives, Aguilar-Caballero & Cuéllar-Ordaz, 2012); este grave problema es conocido como <resistencia parasitaria> el cual consiste en que el nematodo, mosca o garrapata es capaz de resistir a la dosis del producto químico que debería ocasionar su muerte, dificultando el control eficaz del parásito (Kotze & Prichard, 2016; Herrera-Manzanilla, Ojeda-Robertos, González-Garduño, Cámara-Sarmiento & Torres-Acosta, 2017).

«El control biológico o actualmente llamado biocontrol, es aquel que manejo de plagas y malas hierbas por otros seres vivos, generalmente insectos, bacterias, virus, o por productos biológicos como las hormonas»

Lawrence (2003, p. 148)
(2014, p. 137)



Fotografía 1. Proceso de oviposición de huevos de garrapatas en el laboratorio.



Fotografía 2. Larvas infectantes de gusanos gastrointestinales que afectan a rumiantes.

Ante este escenario, se han propuesto nuevas alternativas de control, entre las que se encuentran el uso de los enemigos naturales de los parásitos. Estas alternativas han sido utilizadas con éxito en varias partes del mundo y también en nuestro país (Rodríguez *et al.*; Ojeda-Robertos *et al.*, 2019).

Los hongos se dividen y nombran de acuerdo a el tipo de organismo que atacan o invaden para nutrirse, para adquirir nutrientes y sobrevivir. Existen unos hongos que utilizan a los estadios de larva de los gusanos gastrointestinales como fuente de alimento y uno de los más estudiados es '*Duddingtonia flagrans*', el cual, se ha utilizado para reducir la población de larvas de los gusanos en el pastizal (Paraud & Chartier, 2003; Canhão-Diaz, Paz-Silva, Madeira de Carvalho, 2020). El uso de '*D. flagrans*' se basa en la administración oral de las esporas del hongo a los animales productivos, para disminuir la contaminación larvaria del forraje y con eso evitar que los rumiantes en pastoreo se parasiten (Paraud, Pors & Chartier, 2004). Las clamidosporas (estructuras de resistencia y latencia) de este hongo tienen la capacidad de: 1) sobrevivir al paso del tracto gastrointestinal de rumiantes (Ojeda-Robertos, Torres-Acosta, Aguilar-Caballero, Ayala-Burgos, Cob-Galera, Sandoval-Castro, Barrientos-Medina & Mendoza, 2008); 2) germinar y colonizar el excremento fresco después de su paso por el sistema digestivo del animal, y 3) formar trampas, para atrapar y alimentarse de las larvas infectantes de los parásitos antes de que abandonen las heces y sean consumidas por los rumiantes (Ojeda-Robertos, Mendoza-de Gives, Torres-Acosta, Rodríguez-Vivas & Aguilar-Caballero, 2005; Ojeda-Robertos, Torres-Acosta, Ayala-Burgos, Sandoval-Castro, Valero-Coss & Mendoza-de Gives, 2009) (fotografía 3).

La administración oral de las clamidosporas del hongo '*D. flagrans*' han sido usadas para reducir la contaminación de los pastizales con larvas infectantes de nematodos gastrointestinales (NGI). Se ha mostrado en estudios de laboratorio y de campo, que el hongo es capaz de controlar los parásitos de distintas especies animales como los ovinos, bovinos (Waghorn, Leathwick, Chen & Skipp, 2003), caprinos (Ojeda-Robertos *et al.*, 2005) e incluso búfalos (Ojeda-Robertos *et al.*, 2019) (tabla 1).

El control biológico de garrapatas y moscas se define como el uso de organismos vivos capaces de desarrollarse, invadir y nutrirse de estos artrópodos o de sus estadios larvarios. Se usa en la ganadería bovina como una alternativa para aminorar la presencia de la resistencia de las garrapatas a los productos químicos comerciales,

además de que permite el uso de alternativas biológicas amigables con el ambiente, con los animales hospederos y además se adapta a la visión de un sistema sostenible (Roy & Pell, 2000).

A nivel mundial se conocen más de 700 especies de hongos que pueden actuar como enemigos naturales de algunos patógenos, de los cuales, los más usados en la ganadería bovina para el control de garrapatas son '*Metarhizium anisopliae*', '*Cordyceps (Beauveria) bassiana*', e '*Isaria fumosoroseus*'. El control biológico de garrapatas con '*M. anisopliae*' (fotografía 4) ha demostrado su capacidad bio-reguladora de las garrapatas '*Rhipicephalus microplus*', '*Ixodes scapularis*' y '*Amblyomma variegatum*' (Rodríguez et al.).

La forma en que '*M. anisopliae*' produce daño y muerte a la garrapata '*R. microplus*' sucede en seis etapas (Ojeda-Chi, Rodríguez-Vivas, Galindo-Velasco, Lezama-Gutiérrez & Cruz-Vazquez, 2011; Beys-da Silva, Rosa, Berger, Coutinho-Rodrigues, Vainstein, Schrank, Bittencourt & Santi, 2020), las cuales se describen brevemente a continuación (figura 1):

- 1) Adhesión de las esporas al cuerpo de la garrapata;
- 2) Penetración de las esporas;
- 3) Invasión; el hongo se disemina vía hemolinfa y produce blastosporas y cuerpos filamentosos de hifas que invaden el sistema inmune del hospedero y se multiplican rápidamente en los tejidos. Además producen toxinas (destruxinas y citocalacinas) que causan la muerte de la garrapata y sus huevos;
- 4) Colonización del cuerpo de la garrapata;
- 5) Muerte de la garrapata, y
- 6) Emergencia de estructuras del hongo sobre la epicutícula (capa externa del revestimiento corporal) de la garrapata.

En el trópico mexicano, el hongo '*M. anisopliae*', en estudios de campo controlados, ha demostrado su excelente capacidad y eficacia al reducir del 64 al 100 %, el número de larvas de garrapatas '*R. microplus*' (Ojeda-Chi, Rodríguez-Vivas, Galindo-Velasco & Lezama-Gutiérrez, 2010; Beys da Silva et al., 2020), también se ha probado su eficacia para el control de las garrapatas adultas, al reducir del 40 al 90 % la cantidad de garrapatas en bovinos infestados naturalmente con los parásitos (Alonso-Díaz, García, Galindo-Velasco, Lezama-Gutiérrez, Angel-Sahagún, Rodríguez-Vivas & Fragoso-Sánchez, 2007).

Tabla 1. Eficacia de reducción de '*Duddingtonia flagrans*' para controlar gusanos en diferentes especies animales.

Especie	Eficacia de reducción (%)	Autores
Bovinos	90	Dimander et al., 2003
Caprinos	53	Ojeda-Robertos et al., 2005
Ovinos y caprinos	40-93	Waghorn et al., 2003
Caprinos	84	Paraud & Chartier, 2003
	86-96	Paraud et al., 2004
Búfalos	86-100	Ojeda-Robertos et al., 2019



Fotografía 3. Larvas de nematodos gastrointestinales de ovinos, atrapados por las microtrampas del hongo '*Duddingtonia flagrans*' (flechas).

Fotografía: Rodríguez-Vivas, I., (2022).



Fotografía 4. Garrapata hembra adulta repleta de *Rhipicephalus microplus* afectada por el hongo *Metarhizium anisopliae*.

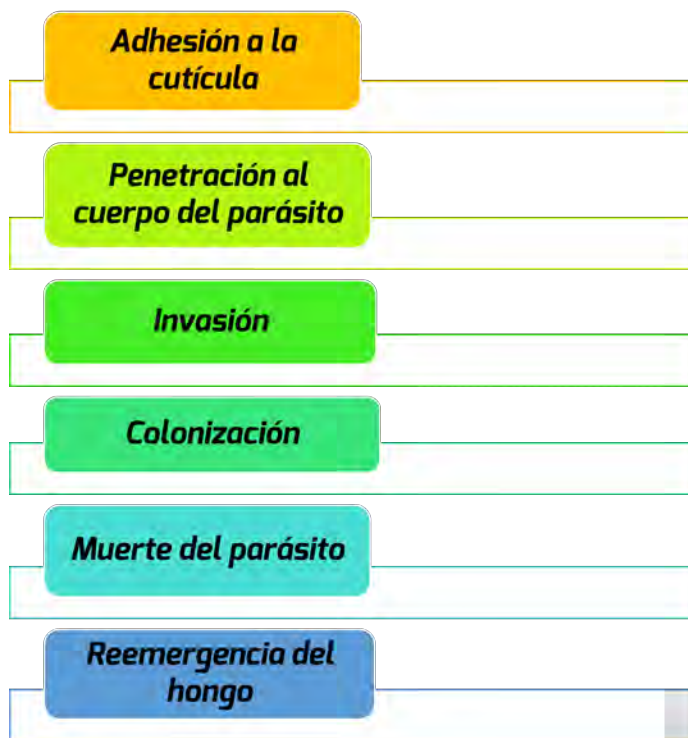


Figura 1. Mecanismo general de la invasión de los hongos para nutrirse de los parásitos y controlar su población.

También se han utilizado los hongos '*M. anisopliae*' e '*I. fumosorosea*' para el control de moscas adultas de '*Haematobia irritans*' (mosca de los cuernos), y se ha reportado, en estudios de laboratorio controlados que son capaces de reducir la cantidad de moscas adultas en un 90 a 98 % (Lohmeyer & Miller, 2006; Galindo-Velasco, Lezama-Gutiérrez, Cruz-Vázquez, Pescador-Rubio, Ángel-Sahagún, Ojeda-Chi, Rodríguez-Vivas & Contreras-Lara, 2015).

De la misma forma, a nivel de campo se ha demostrado en estudios controlados, que, al aplicar una solución acuosa del hongo, puede controlar hasta en un 60 % la infestación por moscas en ganado bovino (Cruz-Vázquez, Carvajal, Lezama, Vitela-Mendoza & Ángel-Sahagún 2017). El mecanismo mediante el cual estos hongos controlan la población de las moscas, es el mismo que se ha descrito para las garrapatas, en el que ocurren los procesos de adhesión hasta su reemergencia del cuerpo del ectoparásito.

La interacción entre los hongos y las poblaciones parasitarias no implica de ninguna forma simplicidad, ya que existen factores bióticos, como la temperatura y humedad que influyen directamente en la velocidad en que ocurre esta interacción. Es importante señalar que se requiere de una perfecta sincronización entre el ciclo de vida del parásito (nematodos, garrapatas, moscas) y el hongo. Lo anterior, es una desventaja que reduce su eficacia a nivel de campo, sin embargo, los beneficios que implican su uso son mayores.

Las vías de aplicación del hongo a los animales parasitados varían dependiendo del tipo de parásito (interno o externo), las dosis y la hora del día que deben ser aplicadas, esto para maximizar el efecto del antagonismo natural entre estos dos organismos, siendo también factores de gran importancia para el control exitoso. Desafortunadamente en México, no existen productos comerciales que contengan a los hongos nematófagos y entomopatógenos como principio activo; sin embargo, antes de implementar su uso rutinario en la ganadería de los rumiantes, serán necesarios estudios que avalen su capacidad en cada región para ser utilizados como parte de los programas integrados de control de parásitos (fotografía 5).

El uso de '*D. flagrans*', '*M. anisopliae*', '*C. (B.) bassiana*' e '*I. fumosorosea*', es factible y debe ser considerada para realizar el control integrado por medio de aplicaciones estratégicas, dependiendo de la época del año y de la carga parasitaria en los animales.



Fotografía: Ojeda-Robertos, N.F., (2022).

Fotografía 5. Especies de rumiantes donde se ha usado el control de parásitos mediante el uso de hongos nematófagos y entomapatógenos.

Sin duda, uno de los más importantes beneficios de estos hongos, es que son útiles para minimizar el uso de los productos químicos y además contribuyen a la producción sustentable y ecológica.

Conclusión

Lo anterior ha puesto de manifiesto la importancia y la capacidad de los hongos enemigos naturales de los nematodos, garrapatas y moscas para ser utilizados en el control de plagas parasitarias que afectan a los rumiantes de las zonas tropicales. Es evidente que son una alternativa natural para realizar el control integrado de los parásitos comunes de los rumiantes.

Desafortunadamente, estos hongos no se encuentran disponibles en el mercado mexicano para su uso comercial, pero se espera que en breve sirvan para el control sustentable de parásitos, que beneficien la salud, la productividad de los rumiantes y a la ganadería mexicana.

Referencias

Alonso-Díaz, M.A.; García, L.; Galindo-Velasco, E.; Lezama-Gutiérrez, R.; Ángel-Sahagún, C.A.; Rodríguez-Vivas, R.I. & Frago-Sánchez, H. (2007). Evaluation of '*Metarhizium anisopliae*' (Hyphomycetes) for the control of '*Boophilus microplus*' (Acari: Ixodidae) on naturally infested cattle in the Mexican tropics. *Veterinary Parasitology*, 147(3-4): 336-340. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.03.030>»

Beys-da Silva, W.O.; Rosa, R.L.; Berger, M.; Coutinho-Rodrigues, C.J.B.; Vainstein, M.H.; Schrank, A.; Bittencourt, V.R.E.P. & Santi, L. (2020). Updating the application of '*Metarhizium anisopliae*' to control cattle tick '*Rhipicephalus microplus*' (Acari: Ixodidae). *Experimental Parasitology*, 208: 107812. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.exppara.2019.107812>»

Canhão-Dias M.; Paz-Silva A. & Madeira de Carvalho, L.M. (2020). The efficacy of predatory fungi on the control of gastrointestinal parasites in domestic and wild animals - A systematic review. *Veterinary Parasitology*, 283: 109173. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2020.109173>»

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): 1-10. DOI «<http://dx.doi.org/10.21753/vmoa.4.2.384>»

Dimander, S.O.; Höglund, J.; Ugglå, A.; Spörndly, E. & Waller, P.J. (2003). Evaluation of gastro-intestinal nematode of parasite control strategies for first-season grazing cattle in Sweden. *Veterinary Parasitology*, 111(2-3): 193-209. DOI «[https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(02\)00380-1](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(02)00380-1)»

Galindo-Velasco, E.; Lezama-Gutiérrez, R.; Cruz-Vázquez, C.; Pescador-Rubio, A.; Ángel-Sahagún, C.A.; Ojeda-Chi, M.M.; Rodríguez-Vivas, R.I. & Contreras-Lara, D. (2015). Efficacy of entomopathogenic fungi (Ascomycetes: Hypocreales) against adult '*Haematobia irritans*' (Diptera: Muscidae) under stable conditions in the Mexican dry tropics. *Veterinary Parasitology*, 209(3-4): 173-178. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.02.025>»

Herrera-Manzanilla, F.A.; Ojeda-Robertos, N.F.; González-Garduño, R.; Cámara-Sarmiento, R. & Torres-Acosta, J.F.J. (2017). Gastrointestinal nematode populations with multiple anthelmintic resistance in sheep farms from the hot humid tropics of Mexico. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 9: 29-33. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2017.04.007>»

Hoste, H.; Sotiraki, S.; Landau, S.Y.; Jackson, F. & Beveridge, I. (2010). Goat-nematode interactions: think differently. *Trends in Parasitology*, 26(8): 376-381. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.pt.2010.04.007>»

Kotze A.C. & Prichard R.K. (2016). Anthelmintic resistance in '*Haemonchus contortus*': history, mechanisms and diagnosis. *Advances in Parasitology*, 93: 397-428. DOI «<https://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.02.012>»

Lawrence, E. (Comp.). (2014). *Diccionario de Biología* (Trad. Henderson's Dictionary of Biology; p. 622). México: Editorial Trillas. ISBN 978-607-17-2057-3.

Lawrence, E. (Edit.). (2003). *Diccionario Akal de Términos Biológicos* (12ª ed.; Henderson's Dictionary of Biological Terms; R. Codes Valcarce & Fco. J. Espino Nuño, Trad.; p. 688). Madrid, España: Ediciones Akal. ISBN 84-460-1582X.

Lohmeyer K.H. & Miller, J.A. (2006). Pathogenicity of three formulations of entomopathogenic fungi for control of adult '*Haematobia irritans*' (Diptera: Muscidae). *Journal of Economic Entomology*, 99(6): 1943-1947. DOI «<https://doi.org/10.1093/jee/99.6.1943>»

Ojeda-Chi, M.M.; Rodríguez-Vivas R.I.; Galindo-Velasco E.; Lezama-Gutiérrez R. & Cruz-Vázquez, C. (2011). Control de '*Rhipicephalus microplus*' (Acari: ixodidae) mediante el uso del hongo entomopatógeno '*Metarhizium anisopliae*' (Hipoconales: Clavicipitaceae): revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 2(2): 177-192. Recuperado el 26 de abril del 2021 de «http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242011000200005&lng=es&tlng=es»

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. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.02.022>»

Ojeda-Robertos, N.F.; Torres-Acosta, J.F.; Ayala-Burgos, A.J.; Sandoval-Castro, C.A.; Valero-Coss, R.O. & Mendoza-de Gives, P. (2009). Digestibility of '*Duddingtonia flagrans*' chlamydozoospores in ruminants: *in vitro* and *in vivo* studies. *BMC Veterinary Research*, 5(46): 1-7. DOI «<https://doi.org/10.1186/1746-6148-5-46>»

Ojeda-Robertos, N.F.; Aguilar-Marcelino, L.; Olmedo-Juárez, A.; Luna-Palomera, C.; Peralta-Torres, J.A.; López-Arellano, M.E. & Mendoza-de Gives, P. (2019). *in vitro* predatory activity of nematophagous fungi isolated from water buffalo feces and from soil in the Mexican southeastern. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, 28(2): 314-319. DOI «<https://doi.org/10.1590/S1984-29612019011>»

Ojeda-Robertos, N.F.; Mendoza-de Gives, P.; Torres-Acosta, J.F.; Rodríguez-Vivas, R.I. & Aguilar-Caballero, A.J. (2005). Evaluating the effectiveness of a Mexican strain of '*Duddingtonia flagrans*' as a biological control agent against gastrointestinal nematodes in goat faeces. *Journal of Helminthology*, 79(2): 151-157. DOI «<https://doi.org/10.1079/joh2005283>»

Ojeda-Robertos, N.F.; Torres-Acosta, J.F.J.; Aguilar-Caballero, A.J.; Ayala-Burgos, A.; Cob-Galera, L.A.; Sandoval-Castro, C.A.; Barrientos-Medina, R.C. & Mendoza de Gives, P. (2008). Assessing the efficacy of '*Duddingtonia flagrans*' chlamydozoospores per gram of faeces to control '*Haemonchus contortus*' larvae. *Veterinary parasitology*, 158(4): 329-335. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.08.022>»

Paraud, C. & Chartier, C. (2003). Biological control of infective larvae of a gastrointestinal nematode ('*Teladorsagia circumcincta*') and a small lungworm ('*Muellerius capillaris*') by '*Duddingtonia flagrans*' in goat faeces. *Parasitology Research*, 89(2): 102-106. DOI «<https://doi.org/10.1007/s00436-002-0717-1>»

Paraud, C.; Pors, I. & Chartier, C. (2004). Activity of '*Duddingtonia flagrans*' on '*Trichostrongylus colubriformis*' larvae in goat feces and interaction with a benzimidazole treatment. *Small Ruminant Research*, 55(1-3): 199-209. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.12.005>»

Quiroz Romero, H.; Figueroa Castillo, J.A.; Ibarra Velarde, F. & López Arellano, M.E. (Eds.) (2011). *Epidemiología de enfermedades parasitarias en animales domésticos* (p. 642). México: Centro de Investigaciones sobre Enfermedades Infecciosas, Instituto Nacional de Salud Pública; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP); Comisión México Americana para la Erradicación del Gusano Barrenador del Ganado (COME XA); Instituto Tecnológico de Sonora; Centro Nacional de Servicios de Constatación en Salud Animal; Universidad Autónoma de Querétaro; Universidad Autónoma de Tamaulipas; Universidad Autónoma de Yucatán (UADY); Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM); Universidad Autónoma de Baja California; Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). ISBN: 978-607-00-4015-3 (versión electrónica CD-ROM). Recuperado de «<https://acortar.link/wJZCgp>»

Rodríguez Vivas, R.I.; Torres Acosta, J.F.J.; Cruz Vázquez, C.; Almazán García, C.; Alcalá Canto, Y.; Alonso Díaz, M.A.; Chan Pérez, J.I.; Domínguez García, D.I.; Fernández Salas, A.; Figueroa Castillo, J.A.; Galindo Velasco, E.; Lagunes Quintanilla, R.E.; López Arellano, M.E.; Martínez Ibáñez, F.; Martínez Ortíz de Montellano, C.; Mendoza de Gives, P.; Ojeda Robertos, N.F.; Ortega Pacheco, A.; Rosario Cruz, R.; Rosado Aguilar, J.A.; Torres Rodríguez, L. & Vitela Mendoza, I. (2018). Epidemiología y control de garrapatas, moscas y nematodos gastrointestinales que afectan a los bovinos en México. En: González Padilla, E. & Dávalos Flores, J.L. (Coords.); *Estado del arte sobre investigación e innovación tecnológica en ganadería bovina tropical* (Libro técnico, 2ª ed.; pp: 255-271). México: Red de Investigación e Innovación Tecnológica para la Ganadería Bovina Tropical (REDGATRO); Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP); Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Recuperado de «https://redgatro.fmvz.unam.mx/docs/Estado_arte.pdf»

Roy, H.E. & Pell, J.K. (2000). Interactions between entomopathogenic fungi and other natural enemies: implications for biological control. *Biocontrol Science and Technology*, 10(6): 737-752. DOI «<https://doi.org/10.1080/09583150020011708>»

Saito, K.C.; Bechara, G.H.; Nunes, E.T.; de Oliveira, P.R.; Denardi, S.E. & Camargo Mathias, M.I. (2005). Morphological, histological, and ultrastructural studies of the ovary of the cattle-tick '*Boophilus microplus*' (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae). *Veterinary Parasitology*, 129(3-4): 299-311. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.09.020>»

Szewc, M.; De Waal, T. & Zintl, A. (2021). Biological methods for the control of gastrointestinal nematodes. *Veterinary Journal*, 268: 105602. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2020.105602>»

Terrill, T.H.; Larsen, M.; Samples, O.; Husted, S.; Miller, J.H.; Kaplan, R.M. & Gelaye, S. (2004). Capability of the nematode-trapping fungus '*Duddingtonia flagrans*' to reduce infective larvae of gastrointestinal nematodes in goat faeces in the southeastern United States: dose titration and dose time interval studies. *Veterinary Parasitology*, 120(4): 285-296. DOI: «<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2003.09.024>»

Torres-Acosta, J.F.J.; Mendoza-de Gives, P.; Aguilar-Caballero, A.J. & Cuéllar-Ordaz, J.A. (2012). Anthelmintic resistance in sheep farms: update of the situation in the American continent. *Veterinary Parasitology*, 189(1): 89-96. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.03.037>»

Waghorn, T.S.; Leathwick, D.M.; Chen, L.Y. & Skipp, R.A. (2003). Efficacy of the nematode-trapping fungus '*Duddingtonia flagrans*' against three species of gastro-intestinal nematodes in laboratory faecal cultures from sheep and goats. *Veterinary Parasitology*, 118(3-4): 227-234. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2003.09.018>»

Zajac, A.M. & Garza, J. (2020). Biology, epidemiology, and control of gastrointestinal nematodes of small ruminants. *Veterinary Clinics of North American: Food Animal Practice*, 36(1): 73-87. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.12.005>»



**ESTUDIANTE DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA EN PRÁCTICA DE CAMPO COMO PARTE DE LA ASIGNATURA «ALGAS Y BRIOFITAS»
EN LAS INSTALACIONES DE LA DACBiol.**

**División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).
Villahermosa, Tabasco; México.**

Fotografía: cortesía de Ma. Guadalupe Rivas Acuña.

«La disciplina es no perder de vista lo que se desea alcanzar»

DACBiol

EJEMPLAR DE MACULÍS *Tabebuia roseae* (Bertol.) Bertero ex A.D.C.; UBICADO FRENTE AL EDIFICIO 'C' Y PARTE DE LOS JARDINES DE LA DACBiol.

División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: cortesía de Marcela Alejandra Cid Martínez



KUXULKAB'

División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

+52 (993) 358 1500, 354 4308 ext. 6415
✉ kuxulkab@ujat.mx • kuxulkab@outlook.com
🌐 www.revistas.ujat.mx

Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya. C.P. 86039.
Villahermosa, Tabasco. México.

