



Escarlata Maya

Revista Científica de Ciencias Agropecuarias
Volumen 1 Número 1 julio - diciembre 2024



FACULTAD MAYA DE ESTUDIOS
AGROPECUARIOS

Escarlata Maya
Revista Científica de Ciencias Agropecuarias

Publicación de la Facultad Maya de Estudios Agropecuarios
ISSN: en trámite

Acceso abierto

Escarlata Maya
Revista Científica de Ciencias Agropecuarias
Publicación de la Facultad Maya de Estudios Agropecuarios
ISSN: en trámite

Escarlata Maya, Revista Científica de Ciencias Agropecuarias. Volumen 1 Número 1, Julio-diciembre 2024. Publicación semestral de la Universidad Autónoma de Chiapas - Facultad Maya de Estudios Agropecuarios (FMEA-UNACH) Carretera Catazajá-Palenque Km. 4 C.P. 29980, Catazajá, Chiapas. <https://www.Escarlatamaya-facultadmaya.unach.mx/> Editor en jefe de la Revista: Dr. Rubén Monroy Hernández. Numero de Reserva al Título en Derechos de Autor: En trámite. ISSN: en trámite. Ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Publicación semestral en línea. Responsable de la última actualización de este Número: Consejo Editorial Escarlata Maya, ***Revista Científica de Ciencias Agropecuarias***. Ultima modificación 15 noviembre 2024 con tiraje de un ejemplar.

Las opiniones vertidas en los artículos de la presente edición no reflejan necesariamente las del consejo editorial de ***Escarlata Maya, Revista Científica de Ciencias Agropecuarias ni las de la*** Universidad Autónoma de Chiapas - Facultad Maya de Estudios Agropecuarios (FMEA-UNACH). Todos los artículos son de creación original del o los autores, por lo que esta revista se deslinda de cualquier situación legal derivada por plagios, copias parciales o totales de otros artículos ya publicados y la responsabilidad legal recaerá directamente en el o los autores del artículo. Los artículos publicados, así como los contenidos e imágenes incluidos en la publicación de la revista, se distribuyen amparados bajo la licencia Creative Commons 4.0 [atribución-no comercial \(CC BY-NC 4.0 internacional\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.



Dr. Carlos F. Natarén Nandayapa
Rector

Dra. María Eugenia Culebro Mandujano
Secretaria General

Dra. Guillermina Vela Román
Secretaria Académica

Dr. Rubén Monroy Hernández
Director de la FMEA

M. C. Sergio Ramos Jiménez
Secretario Académico Encargado de la FMEA

Dr. Facundo Sánchez Gutiérrez
Coordinador de Investigación y Posgrado de la FMEA

L.C.P. Ena Beatriz Morales Pérez
Secretaria Administrativa de la FMEA



Equipo editorial

Dr. Rubén Monroy Hernández
Director de la revista

Dr. Jesús Benjamín Ponce-Noguez
Codirector de la revista

Mtra. Laura Vázquez Rodríguez
Asistente editorial

C. Pedro Chable Jiménez
Soporte de plataforma Web, formación, diseño y maquetación

Consejo Editorial

Dr. Rubén Monroy Hernández
Director de la Facultad Maya de Estudios Agropecuarios

Dr. Jesús Benjamín Ponce-Noguez
Profesor, Facultad Maya de Estudios Agropecuarios.

Dra. Santa Dolores Carreño Ruiz
Coordinadora Académica de Ingeniería Agroindustrial

Dr. Froylan Rosales Martínez
Coordinador Académico de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Mtro. Carlos Alejandro González González
Coordinador Académico de Ingeniería Forestal

Dr. Victorio Moreno Jiménez
Coordinador Académico de la Licenciatura en Ingeniero Agrónomo

Dra. Abisag Antonieta Avalos Lázaro
Coordinadora Académica de la Licenciatura en Seguridad Alimentaria

Dr. Facundo Sánchez Gutiérrez
Coordinación de Investigación y Posgrado

Mtro. Sergio Ramos Jiménez
Secretario Académico de la Facultad Maya de Estudios Agropecuarios

Comité Editorial

- Dr. Geiner Francisco Álvarez Sánchez
Facultad Maya de Estudios Agropecuarios
- Dr. Leonel Cano Asencio
Facultad Maya de Estudios Agropecuarios.
- Dr. Alex Ricardo Ramírez García
Facultad Maya de Estudios Agropecuarios
- Dr. Israel Martínez Cruz
Facultad Maya de Estudios Agropecuarios
- Dra. Gloria Isela Hernández Melchor
Facultad Maya de Estudios Agropecuarios
- Dra. Damaris Bárbara Amaya Pérez
Facultad Maya de Estudios Agropecuarios
- Dr. Francisco Gerardo Gutiérrez García
Facultad Maya de Estudios Agropecuarios
- Dra. María Cristina García Ángel
Facultad Maya de Estudios Agropecuarios
- Dr. Bulmaro Méndez Arguello
Facultad Maya de Estudios Agropecuarios
- Mtro. Guadalupe de Jesús Cruz Clemente
Facultad Maya de Estudios Agropecuarios
- Mtra. Perla Alejandra Flores Alonso
Facultad Maya de Estudios Agropecuarios.
- Mtro. Marco Antonio Cabrera Pascacio
Facultad Maya de Estudios Agropecuarios
- Dra. Arely Bautista Gálvez
Facultad Maya de Estudios Agropecuarios
- Dr. Jorge Luis de la Rosa Arana
Universidad Autónoma de México. Campus Cuautitlán
- Dr. Fabián Ricardo Gómez de Anda
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Dr. Benjamín Noguera Torres
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional.
- Dra. Verónica Rosales Martínez
Colegio de Postgraduados campus Campeches
- Dr. Francisco Antonio Cigarroa Vázquez
Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa
- Dr. Luis Moisés Morales Crispín
Universidad Veracruzana
- Dr. Candelario Rodríguez Pérez
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Dr. Luis Daniel Jiménez Martínez
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Contenido

- 8** **Búsqueda de *Sarcocystis* spp. en Músculo Cardíaco de Bovino que se Comercializan en los Municipios de Tlajomulco y de Zapotlanejo en el Estado de Jalisco**
Miriam-Susana Medina-Lerena, Andrés Villanueva-Ochoa, Luis-Rodolfo Ramírez-Fernández, Jesús-Benjamín Ponce-Noguez, Jorge-Luis de-la-Rosa-Arana
- 19** **Actividad antibacteriana de la miel tabasqueña contra *Staphylococcus saprophyticus***
H. L. Arias-de la Cruz, G. F. Álvarez-Sánchez, J. M. Zaldívar Cruz, A. G. Nila Méndez, E. Hernández Domínguez
- 30** **Análisis comparativo de la colonización microbiana en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)**
G. F. Álvarez-Sánchez, J. B. Ponce-Noguez, H. L. Arias-de la Cruz, M. M. López-Velázquez
- 42** **Caracterización de Unidades de Producción Pecuarias en el municipio de Palenque, Chiapas**
Constantino-Cabrales J. G.; Cruz-Clemente G. de J.; Cabrera-Pascacio M. A.; Salvador-Hernández M.
- 55** **Comparación del potencial de germinación de esquejes de yuca (*Manihot Esculenta* Crantz) en relación al tamaño y proceso de selección**
L.M. Morales-Crispín, F. Rosales-Martínez, A.A. Morgado-Mortera, R.M. Armenta-Ramos, B.J. Luna-Domínguez, E.J. Ramón-Hernández, E.J. Acosta-Concha, E.J. Molina-González, E. Serrano-Xolo
- 62** **Diagnóstico morfológico de lesiones multisistémicas de tuberculosis bovina: compendio de hallazgos a la necropsia**
L.M. Morales-Crispín, F. Rosales-Martínez, X.S. Ojeda-Meza, D. Villalva-Cruz, P. García-Gapi, A.E. Tun-Rodríguez, F. Ledezma-Cruz, R. Hernández-Bautista, P. Reyes-Cespedes, R. Monroy-Hernández



El objetivo es dar a conocer los resultados de las investigaciones producidas por cualquier institución científica, grupos de investigación, o persona incluidas en el ámbito científico con intención de difundir conocimiento científico relevante en los diversos campos disciplinares incluidos dentro de las Ciencias Agropecuarias o sus interacciones con otras disciplinas. Los contenidos de la revista están dirigidos a investigadores, académicos, estudiantes, y tomadores de decisiones en las diferentes industrias incluidas en el área de las ciencias Agropecuarias. Es una publicación bilingüe (español-ingles), de publicación continua de carácter semestral con dos números por año.

La **Revista Escarlata Maya** de Ciencias Agropecuarias. Es una revista científica editada por la Facultad Maya de Estudios Agropecuarios de la Universidad Autónoma de Chiapas. Todo el contenido es de acceso abierto y gratuito para los lectores. Para poder ofrecer revistas de acceso abierto, financiamos la publicación a través de cargos por procesamiento de artículos (APC); estos suelen estar cubiertos por los institutos de los autores o por los organismos de financiación de la investigación.


Búsqueda de *Sarcocystis* spp. en Músculo Cardíaco de Bovino que se Comercializan en los Municipios de Tlajomulco y de Zapotlanejo en el Estado de Jalisco

Abstract:

The genus *Sarcocystis* (*Apicomplexa*) is made up of more than 250 species; some of which are transmitted zoonotically, impacting public and veterinary health. In humans and slaughter animals, infections are unnoticed, so colonies of bradyzoites, which are found in the muscles, are only discovered during euthanasia. This work aimed to determine the prevalence of *Sarcocystis* spp. in bovine heart tissue that is sold in the periphery of the municipalities of Tlajomulco and Zapotlanejo, Jalisco. The samples were collected between the years 2021, 2022 and 2023, during visits to businesses in the area. The samples were transported to the laboratory to search for Miescher bodies (bradyzoite colonies) through direct examination of disintegrated samples and by artificial peptic digestion. A total of 300 samples were obtained commercially and after processing them by both techniques, in no case were Miescher bodies observed. The work to determine the epidemiological status of *Sarcocystis* in Mexico is insufficient, according to a map that we created with the data that has been reported at the national level. This is the first report that systematically seeks the parasite distribution and prevalence in cattle from the west area of México. New studies should be carried out in other areas of the country and, where appropriate, serological and molecular techniques should be implemented to increase diagnostic sensitivity. Our results suggest that the meat sold in the study area is free of *Sarcocystis*, corroborating the safety of the food.

Keywords: bovine, cardiac muscle, *Sarcocystis*.

Miriam-Susana Medina-Lerena¹

 <https://orcid.org/0000-0003-4358-5400>

Andrés Villanueva-Ochoa¹

 <https://orcid.org/0009-0007-7945-9592>

Luis-Rodolfo Ramírez-Fernández¹

 <https://orcid.org/0009-0008-8196-1327>

Jesús-Benjamín Ponce-Noguez^{2,*}

 <https://orcid.org/0000-0001-6560-0275>

Jorge-Luis de-la-Rosa-Arana^{3,*}

 <https://orcid.org/0000-0002-8460-5941>

¹ Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.

² Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, Universidad Autónoma de Chiapas.

³ Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. Avenida Primero de Mayo, S/N, Campo Uno, Cuautitlán Izcalli 54743, E-Mex, Mx.

*Autores de correspondencia

Jorge-Luis de-la-Rosa-Arana

jorgeluis.delarosa.arana@cuautitlan.unam.mx

[52+(55)62118723]

Jesús-Benjamín Ponce-Noguez

jesus.ponce@unach.mx

Fecha de envío: 03/julio/2024

Resumen:

El género *Sarcocystis* (*Apicomplexa*) está constituido por más de 250 especies; algunas de las cuales se transmiten de manera zoonótica por lo que impactan la salud pública y la veterinaria. En los seres humanos y en los animales para faenado, las infecciones son inadvertidas, por lo que las colonias de bradizoitos, que se encuentran en la musculatura, sólo se descubren durante la eutanasia. El objetivo de este trabajo fue determinar la prevalencia de *Sarcocystis* spp. en tejido cardíaco de bovino que se comercializa en la periferia de los municipios de Tlajomulco y Zapotlanejo, Jalisco. Las muestras se colectaron entre los años 2021, 2022 y 2023, durante la visita a los comercios de la zona. Las muestras fueron transportadas al laboratorio para la búsqueda y obtención de cuerpos de Miescher (colonias de bradizoitos) mediante el examen parasitoscópico directo de la muestra disgregada y por digestión artificial péptica de la muestra. Se obtuvieron comercialmente 300 muestras y luego de procesarlas por ambas técnicas, en ningún caso se observaron cuerpos de Miescher. Los trabajos para determinar el estado epidemiológico de *Sarcocystis* en México son insuficientes, según un mapa que elaboramos con los datos que se han reportado a nivel nacional. Este es el primer reporte que busca determinar sistemáticamente la distribución y la prevalencia del parásito en bovinos de la zona oeste de México. Nuevos estudios deben hacerse en otras zonas del país y en su caso instrumentar técnicas serológicas y moleculares para incrementar la sensibilidad

diagnóstica. Nuestros resultados sugieren que la carne que se comercializa en la zona de estudio se encuentre libre de *Sarcocystis*, corroborando la inocuidad del alimento.

Palabras clave: bovino, músculo cardíaco, *Sarcocystis*.

Introducción

La sarcocistosis es una enfermedad de origen parasitario ocasionada por protozoos *Apicomplexa* del género *Sarcocystis*. Existen más de 250 especies dentro del género, algunas de ellas infectan a reptiles (*S. gallotia*), aves (*S. falcatula*), mamíferos (*S. suis*, *S. neurona*) e incluso al ser humano (*S. hominis*, *S. lindemanni*). Las especies *S. hominis*, *S. bovihominis*, *S. Suihominis* y *S. aucheniae* causan infección zoonótica (Sánchez *et al.*, 2014; Santana-Hernández *et al.*, 2022).

Los seres humanos se infectan al consumir carne insuficientemente cocida que contiene colonias de bradizoitos viables lo que los convierte en hospedadores, definitivos accidentales. La sarcocistosis intestinal humana cursa de manera asintomática, sin atención médica o diagnóstico apropiado (Rosenthal, 2021); sin embargo, en personas inmuno-comprometidas (Monterrey, México) se ha reportado una frecuencia de infección del 11% (Rodríguez-Pérez *et al.*, 2019). Los casos clínicos se tratan con “anticoccidianos” (Helman *et al.*, 2023). En el



intestino se liberan los merozoitos que penetran el epitelio intestinal y se alojan en la lámina propia. Los merozoitos se diferencian en micro y macrogametos, los cuales, al ser fertilizados se convierten en ooquistes que son expelidos con las heces (Ayala-Vargas, 2018; Ferreira *et al.*, 2018).

Los bovinos son hospedadores intermediarios comunes de *Sarcocystis* y en la mayoría de las regiones del mundo, la frecuencia de infección en el músculo de bovino adulto es cercana al 100%. Las colonias de bradizoitos (también llamados sarcoquistes o cuerpos de Meischer) se ubican en el músculo esquelético y músculo cardíaco, pero también se han encontrado en los músculos de la laringe, la faringe y la parte superior del esófago. El ganado bovino es el hospedador intermedio de *S. cruzi* (cánidos como hospedador definitivo), *S. bovifelis*, *S. bovinii*, *S. hirsuta* (felinos como hospedador definitivo) y *S. hominis* (humanos como hospedador definitivo). Los *Sarcocystis* menos patógenos son *S. hominis* y *S. hirsuta* y, el más patógeno es *S. cruzi*, tanto para los bovinos como para el ser humano (Dubey & Rosenthal, 2023). Como las infecciones sintomáticas son poco frecuentes, no existen protocolos de tratamiento validados.

Las colonias de bradizoitos miden en promedio 70 μm , aunque pueden fluctuar entre 30 y 130 μm . En general, la vida media de la colonia puede ser de al menos 6 meses y se observan como formaciones blanquecinas ovoides, redondeadas

o alargadas (fusiformes parecidas al arroz). Los corazones de ganado suelen infectarse con mayor frecuencia, por lo que representan el blanco diagnóstico (Delgado & Cedeño, 2012). La infección tisular en el ser humano es de reporte inusual, aunque puede cursar como un síndrome asociado a miositis febril (Poulsen & Stensvold, 2014).

Los procedimientos diagnóstico para detectar *Sarcocystis* en la carne, usualmente se hacen *postmortem* y se basan en la inspección microscópica de tejido cardíaco disgregado o en su defecto por digestión enzimática (HCl-pepsina) del músculo cardíaco. Por lo que, *Sarcocystis* puede ser detectado en la carne, en muestras de biopsia muscular mediante la observación directa de las colonias de bradizoitos en forma macroscópica y al examen microscópico por cortes histológicos teñidos con hematoxilina-eosina u otras tinciones (Barriga, 2003).

El consumo de carne infestada, insuficientemente cocida ocasiona en el ser humano una zoonosis asociada en muchos casos a estratos económicos bajos y condiciones sanitarias pobres (Bautista, 2017). En México, los estudios de prevalencia y distribución de *Sarcocystis* son insuficientes por lo que el objetivo de este estudio fue determinar la prevalencia de *Sarcocystis* spp. en músculo cardíaco que se comercializa en expendios de los municipios de Tlajomulco y Zapotlanejo, Jalisco.

Material y Métodos

El muestreo se realizó en seis colonias del Municipio de Tlajomulco y en tres colonias del municipio de Zapotlanejo (figura 1). Tlajomulco se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas 20°47'40" latitud norte y 103°26'35" longitud oeste, a una altitud de 1,585 metros sobre el nivel del mar, mientras que, Zapotlanejo se ubica a 20°37'21" de latitud norte, 103°03'5" longitud oeste y su altitud es de 1,530 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 2022). En dichos municipios, las muestras se colectaron por oportunidad de manera no-paramétrica durante los años 2021, 2022 y 2023. Para ello, se visitaron diferentes expendios de carne al público en las cuales se colectaron 300 muestras biológicas (corazón de bovino) de 200 g, por separado. Con la finalidad de mantener la cadena de frío en las mismas, se colocaron en bolsas plásticas estériles y se trasladaron al laboratorio de Medición Paraclínica del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, en un contenedor plástico a 5°C, para su posterior procesamiento. Una vez en el laboratorio, por cada muestra se registraron los datos de procedencia y se continuó con el procedimiento.

Para la búsqueda y obtención de cuerpos de

Miescher se utilizaron 100 g de carne, mismos que se disgregaron, primero con tijeras y luego en un procesador de tejidos. La carne "molida" se comprimió con la fuerza de la mano y la carne se contuvo en una gasa. Luego, se dejó reposar en un recipiente con 50 mL de solución salina fisiológica durante 5 minutos. Al término del tiempo, la carne se volvió a compactar y se dejó reposar otros 5 minutos. El proceso se repitió dos ocasiones más. Para determinar la presencia de cuerpos de Meischer, se tomaron en cinco ocasiones diferentes 1 mL de la solución salina de cada muestra y se observaron, primero a 2x y luego a 4x en un microscopio estereoscópico. Para la búsqueda de cuerpos de Meischer por digestión péptica, 10 gramos de carne se dirigieron en agitación constante por 60 minutos a 37°C en 100 mL de una solución de pepsina al 0.5% en HCl al 1% (Gómez-Priego *et al.*, 2000). La suspensión final se filtró a través de tres capas de gasa para eliminar restos grandes y después de 10 min de sedimentación, se tomaron en cinco ocasiones diferentes 1 mL de la solución salina de cada muestra y se observaron, primero a 2x y luego a 4x en un microscopio estereoscópico. Una vez terminados todos los procesos las muestras fueron desechadas en bolas amarillas mediante el servicio de RPBI del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.



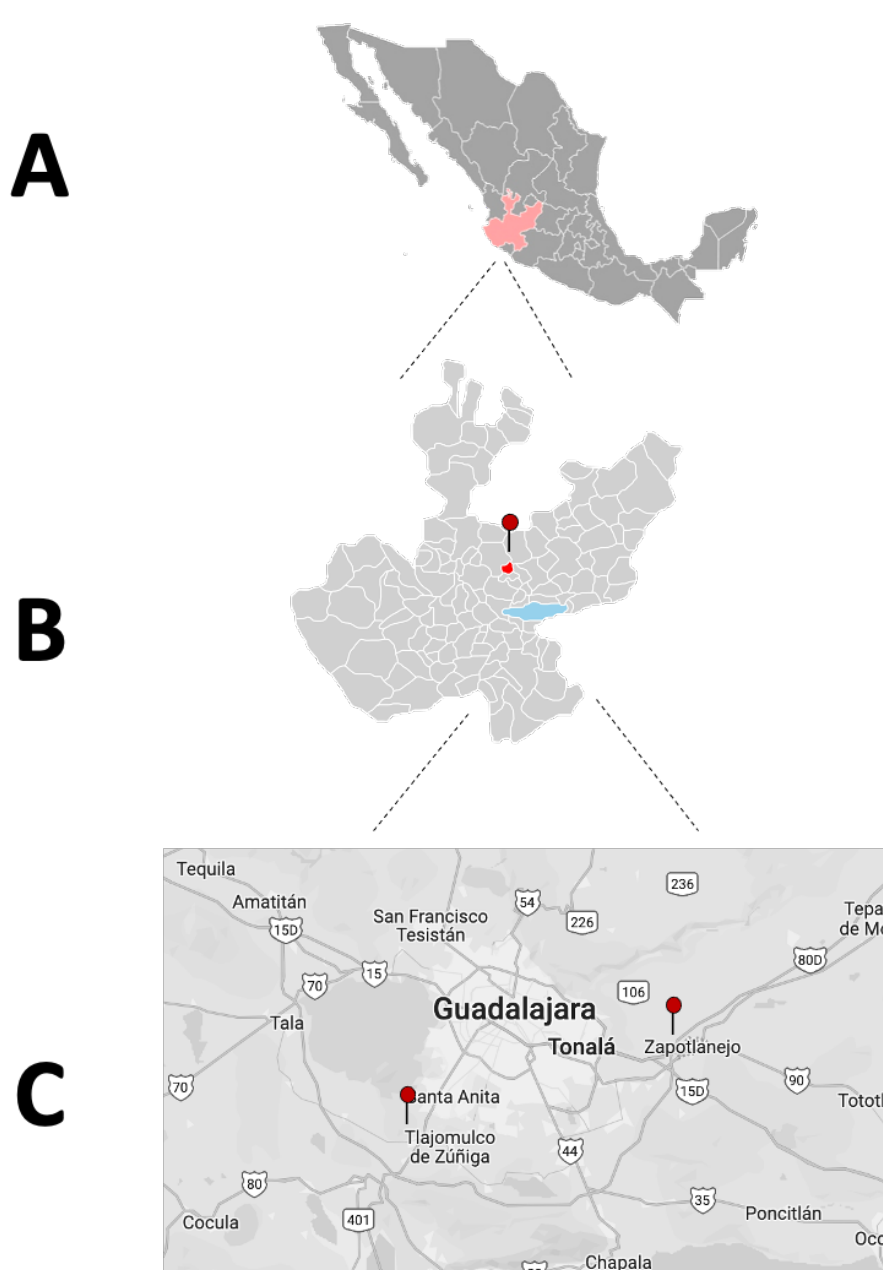


Figura 1. Municipios de estudio en Jalisco. El panel A muestra la ubicación del Estado de Jalisco (en rojo) en la República Mexicana. En B, la ciudad de Guadalajara (rojo). En C, los marcadores rojos indican los municipios de Tlajomulco y de Zapotlanejo

Resultados y Discusiones

Derivado de las revisiones realizadas a las 300 muestras, no se encontraron parásitos en ninguna de ellas, aun cuando se emplearon los dos métodos de diagnóstico. La tabla 1 muestra el número de muestras obtenidas por colonia y municipio. Durante la visita a los comercios se constató que la venta de corazón de bovino se comercializa con un valor muy accesible. En

el momento que se realizó este estudio, el kilo de *bistec* de corazón se comercializaba en un promedio de \$54, mientras que el kilo de carne se comercializaba con un precio promedio de \$195. Las infecciones de los protozoarios del género *Sarcocystis* que se transmiten de manera zoonótica son asintomáticas o subclínicas, por lo que la detección de las colonias de bradizoitos no es habitual; incluso, no hay diagnóstico rutinario en humanos ni animales. El trabajo que aquí se reporta, se planeó como un estudio piloto para determinar la prevalencia de *Sarcocystis* spp. en músculo cardíaco de bovinos destinados al consumo humano.

La figura 2 muestra el promedio de muestras recuperadas por mes y por municipio, donde se puede constatar que durante todo el año hay carne disponible para venta, lo cual se traduce en que este cárnico es consumido frecuentemente. Como complemento a estos resultados, en entrevista con algunos comerciantes, todos coincidieron en que los bovinos destinados al faenado fueron criados en granjas tecnificadas del estado de Jalisco. Ningún comerciante aceptó comercializar carne de bovino criado en traspatio.

En este sentido, es importante señalar, que las infecciones de los protozoarios del género *Sarcocystis* que se transmiten de manera zoonótica son asintomáticas o subclínicas, por lo que la detección de las colonias de bradizoitos no es habitual; incluso, no hay diagnóstico rutinario en humanos ni animales. El trabajo que

aquí se reporta, se planeó como un estudio piloto para determinar la prevalencia de *Sarcocystis* spp. en músculo cardíaco de bovinos destinados al consumo humano.

Aunado a ello, las enfermedades de origen infeccioso que afectan a los animales para faenado, decrementan la producción animal, por lo que es necesario desarrollar estrategias para el control de esos agentes patógenos para asegurar, por un lado, el bienestar animal y por otro, la inocuidad alimentaria. En particular, *Sarcocystis* se puede transmitir al ser humano por ingesta, ocasionando un síndrome gastroentérico (Dubey *et al.*, 2015). Aunque, en este trabajo no encontramos colonias de bradizoitos, en un trabajo reportado previamente, donde se analizaron cortes histológicos de corazones de bovinos criados en el Estado de México, se registró una frecuencia de infección del 57.2% asociada a *S. cruzi* (Castañón-Basasldúa, 1994). Adicionalmente, en el mismo Estado de México, se encontró una frecuencia de infección del 98% en corazones de ovinos asociada a *S. gigantea*, *S. tenella* y *S. medusifformis* (Rodríguez-Sandoval, 1988). En equinos de Durango, se determinó una frecuencia de anticuerpos del 48.5% contra antígenos recombinantes de *S. neurona* (Yeargan *et al.*, 2013), mientras que en burros (*Equus asinus*) la frecuencia de anticuerpos fue de 2.5% (Alvarado-Esquivel *et al.*, 2017). En el caso de animales silvestres, la frecuencia de infección fue del 30% en el tlacuache norteño (*Didelphis virginiana*) de



Colima (García-Valle *et al.*, 2023) y cerca de la frontera de México, en ocelotes del sur de Texas, se reportó una frecuencia del 33% (Zecca *et al.*, 2021). En aves del Estado de Morelos, se describió la presencia de *S. neurona* en zanates (*Quiscalus mexicanus*), tordos (*Molothrus aeneus*) y gorriones (*Aimophila ruficauda*; Sanchez-Godoy *et al.*, 2014), mientras que en el Estado de México se encontró *Sarcocystis rileyi* en uno de 150 patos silvestres migratorios (Padilla-Aguilar *et al.*, 2016), pero la frecuencia

de infección por *Sarcocystis* spp. fue del 40% en patos silvestres de lagunas de Jalisco e Hidalgo (Padilla-Aguilar *et al.*, 2022). La figura 3 muestra el estado actual de la distribución del género *Sarcocystis*, destacándose que el estudio epidemiológico de este protozooario es insuficiente, comparativamente con otros países; por ejemplo, recientemente se publicó en un meta análisis, que la prevalencia de *Sarcocystis* spp. en China es del 65% (Zhu *et al.*, 2023).

Municipio	Total de muestras	Colonia	Número de Muestras
Tlajomulco	200	Chulavista	37
		Cántaros	18
		Lomas del Mirador	20
		Santa Fe	45
		Santa Cruz del Valle	44
		Villa Fontana Aqua	36
Zapotlanejo	100	Centro	32
		La Joya	39
		La Laja	29

Tabla 1. Número de muestras examinadas por colonia

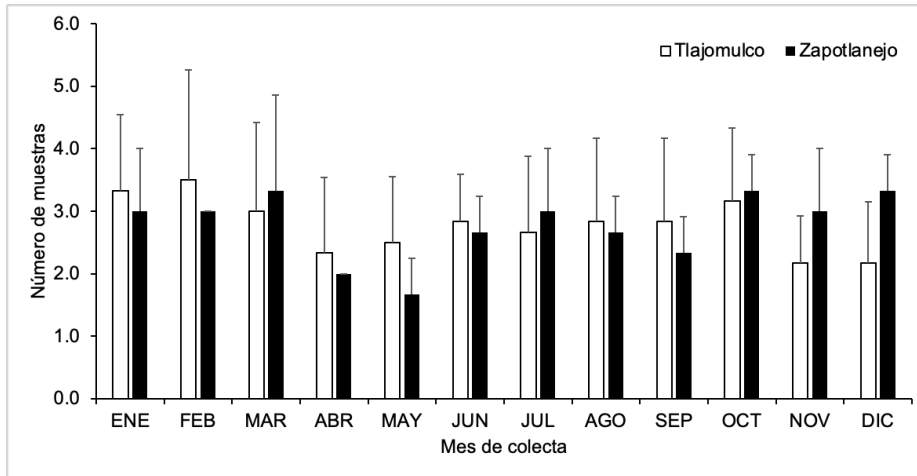


Figura 2. Muestras de músculo cardíaco colectadas mensualmente. La figura muestra en barras blancas el promedio de muestras colectadas en el municipio de Tlajomulco, mientras que en barras negras se muestra la colecta de las muestras en Zapotlanejo.

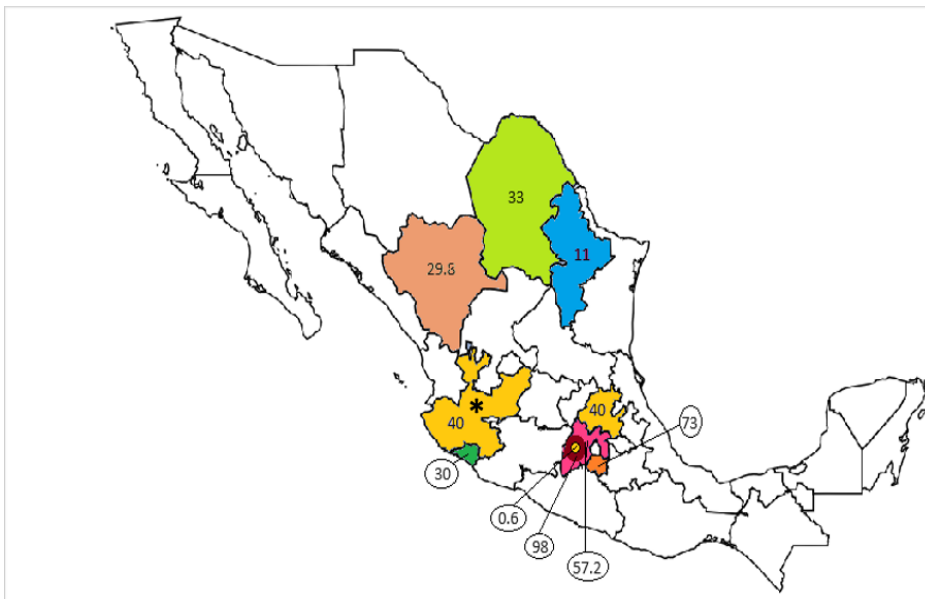


Figura 3. Distribución de Sarcocystis spp. en México. Se muestra la frecuencia de infección de sarcocistosis entérica humana (■) y la frecuencia de infección muscular en animales silvestres [felinos silvestres (■), tlacuaches (■)], aves silvestres [patos (■), zanates (■)] y animales domésticos [bovinos(■), ovinos(■), equinos(■)]. Los resultados de este trabajo (*) sugieren que la carne de bovino que se comercializa en Jalisco se encuentra libre de *Sarcocystis*. Los datos se encuentran expresados en porcentaje. Las referencias se encuentran citadas en el texto.

Conclusiones

Considerando que los trabajos para determinar el estado epidemiológico de *Sarcocystis* en México son insuficientes, este trabajo constituye el primer reporte acerca de la prevalencia del parásito en bovinos del país. Nuevos estudios deben hacerse en otras zonas del país y en su caso instrumentar técnicas serológicas y moleculares para incrementar la sensibilidad diagnóstica. Los resultados aquí mostrados, sugieren que la carne que se comercializa en los municipios de Tlajomulco y Zapotlanejo se encuentran libres de *Sarcocystis*, por lo que no representa un riesgo sanitario para el consumidor final. Por lo tanto, estos datos son de interés para establecer zonas ganaderas del país libres de *Sarcocystis* spp.

Agradecimientos

Al QFB Luis-Alberto Parra-Oaxaca por su asistencia técnica. JBPN y JLRA son becarios del Sistema Nacional de Investigadores del CONAHCYT, México.

Referencias y Bibliografía

- Alvarado-Esquivel, C., Howe, D. K., Yeargan, M. R., Alvarado-Esquivel, D., Zamarripa-Barboza, J. A. & Dubey, J. P. (2017). Seroepidemiology of *Sarcocystis neurona* and *Neospora hughesi* infections in domestic donkeys (*Equus asinus*) in Durango, Mexico. *Parasite*, 24, 27. <https://doi.org/10.1051/parasite/2017030>
- Ayala-Vargas, C. (2018). Sarcocistiosis (Arrocillo, Falsa triquina, Falso cisticercos, Sarcosporidiosis); Revisión literaria. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 5(Especial), 193–206. http://www.scielo.org/bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182018000300021&lng=es&tlng=es
- Barriga, O. O. (2003). Sarcocistiosis En Acha, P. & Szyfres, B. (Ed.), Washington D. C.: Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales, volumen III, parasitosis, 3a. (pp. 84–87). Organización Panamericana de la Salud, <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/711/9275119936.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Bautista, H. (2017). Diagnóstico *in vivo* de la sarcocistiosis en alpacas utilizando la técnica flotación de esporoquiste. Tesis MVZ. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4181>
- Castañon-Basaldúa, H. (1994). Detección de la distribución anatómica de de los parásitos del género: *Sarcocystis* spp. en bovinos sacrificados en el rastro de Temamatla México. Tesis MVZ. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. México. <http://132.248.9.195/pmig2016/0200523/0200523.pdf>
- Delgado, E. & Cedeño, D. A. (2011). Correlación del leucograma y de niveles séricos de creatina quinasa (CK) y de aspartato aminotransferasa (AST) con el recuento de bradizoitos de *Sarcocystis* sp. en músculo dorsal ancho de ganado bovino lechero en el municipio de Sapuyes, Nariño. *Revista Investigación Pecuaria*, 1(2), 84–93. <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/revip/article/view/403/413>

- Dubey, J. P., & Rosenthal, B. M. (2023). Bovine sarcocystosis: *Sarcocystis* species, diagnosis, prevalence, economic and public health considerations, and association of *Sarcocystis* species with eosinophilic myositis in cattle. *International Journal for Parasitology*, 53(9), 463–475. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2022.09.009>
- Dubey, J. P., Van Wilpe, E., Calero-Bernal, R. (2015). *Sarcocystis heydorni*, n. sp. (Apicomplexa: Sarcocystidae) with cattle (*Bos taurus*) and human (*Homo sapiens*) cycle. *Parasitology Research*, 114(11), 4143–4147. <https://doi.org/10.1007/s00436-015-4645-2>
- Ferreira, M., Vogel, F., Sangioni, L. A., Cezar, A. S., Braunig, P., de Avilla Botton, S., Camillo, G., & Portella, L. P. (2018). Sarcocystis species identification in cattle hearts destined to human consumption in southern Brazil. *Veterinary parasitology, regional studies and reports*, 14, 94–98. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2018.09.002>
- García-Valle, J. L., Ramírez, J. A., García-Prieto, L., Ramírez-Hernández, C., Ramírez-Romero, R., Macedo-Barragán, R. J., López-Mayagoitia, A., Martínez-Burnes, J. & García-Márquez, L. J. (2023). Metazoan and protozoan pathology of wild opossums (*Didelphis virginiana*) in Mexico. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 43, e07282. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-7282>
- Gómez-Priego, A., Crecencio-Rosales, L., de-la-Rosa, J. L. (2000). Serological evaluation of thin-layer immunoassay-enzyme-linked immunosorbent assay for antibody detection in human trichinellosis. *Clinical and diagnostic laboratory immunology*, 7(5), 810–812. <https://doi.org/10.1128/CDLI.7.5.810-812.2000>
- Helman, M. E., Dellarupe A. & Moré G. A. (2023). *Sarcocystis* spp. En Unzaga, J. M. & Zonta, M. L. (Ed.), Buenos Aires: Protozoos parásitos de importancia sanitaria un abordaje transdisciplinar (pp. 134–143). Universidad Nacional de La Plata. https://www.researchgate.net/publication/378149416_Libro_de_catedra_Protozoarios_de_importancia_sanitaria
- Instituto Nacional de Geografía e Historia (2022). JaliscoEnINEGI(Ed.), Aguascalientes: Aspectos Geográficos, 2021. División geoestadística municipal, coordenadas geográficas y altitud de las cabeceras municipales (pp 1–53). INEGI. https://en.www.inegi.org.mx/contenidos/app/areasgeograficas/resumen/resumen_14.pdf
- Padilla-Aguilar, P., Romero-Callejas, E., Osorio-Sarabia, D., Ramírez-Lezama, J., Cigarroa-Toledo, N., Machain-Williams, C., Manterola, C. & Zarza, H. (2016). Detection and Molecular Identification of *Sarcocystis rileyi* (Apicomplexa: Sarcocystidae) From a Northern Shoveler (*Anas chryseata*) in Mexico. *Journal of Wildlife Diseases*, 52(4), 931–935. <https://doi.org/10.7589/2016-01-004>
- Padilla-Aguilar, P., Romero-Callejas, E., García-Márquez, L. J., Cruz-Mendoza, I. & Alcalá-Canto, Y. (2022). Nuevos registros y listado de protozoarios y artrópodos de aves acuáticas de la familia Anatidae en humedales mexicanos. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 38, 1–24. <https://doi.org/10.21829/azm.2022.3812424>
- Poulsen, C. S. & Stensvold, C. R. (2014). Current status of epidemiology and diagnosis of human sarcocystosis. *Journal of Clinical Microbiology*, 52(10), 3524–3530. <https://doi.org/10.1128/JCM.00955-14>



- Rodríguez-Pérez, E. G., Arce-Mendoza, A. Y., Montes-Zapata, É. I., Limón, A., Rodríguez L. É., Escandón-Vargas K. (2019). Opportunistic intestinal parasites in immunocompromised patients from a tertiary hospital in Monterrey, Mexico. *Le infezioni in medicina*, 27(2),168-174. https://www.infezmed.it/index.php/article?Anno=2019&numero=2&ArticoloDaVisualizare=Vol_27_2_2019_168
- Rodríguez-Sandoval, M. G. (1988). Estudio de frecuencia y distribución de especies de *Sarcocystis* en ovinos sacrificados en el rastro de Tlalnepantla México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. México. https://tesiunam.dgb.unam.mx/F?current_base=TES01&func=direct&doc_number=000074197
- Rosenthal, B. (2021). Zoonotic *Sarcocystis*. *Research in Veterinary Science*, 136, 151-157. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2021.02.008>
- Sánchez Godoy, F. D., Chávez Maya, F., Méndez Bernal, A., García Espinosa, G., Guerrero Molina, C., Ledesma Martínez, N., & Morales Salinas, E. (2014). *Sarcocystis* sp. parasites in the Mexican Great-tailed Grackle (*Quiscalus mexicanus*), Bronzed Cowbird (*Molothrus aeneus*), and Stripe-headed Sparrow (*Aimophila ruficauda*). *Veterinaria México OA*, 1(2). <https://doi.org/10.21753/vmoa.1.2.336>
- Santana-Hernández, K. M., Javorská, K., Rodríguez-Ponce, E., Fecková, B., Šlapeta, J., & Modrý, D. (2022). *Sarcocystis* sp. infection (*Apicomplexa: Sarcocystidae*) in invasive California kingsnake *Lampropeltis californiae* (*Serpentes: Colubridae*) in gran Canaria. *Parasitology*, 149(11),1419-1424. <https://doi.org/10.1017/S0031182022000841>
- Yeargan, M. R., Alvarado-Esquível, C., Dubey, J. P., & Howe, D. K. (2013). Prevalence of antibodies to *Sarcocystis neurona* and *Neospora hughesi* in horses from Mexico. *Parasite*, 20,29. <https://doi.org/10.1051/parasite/2013029>
- Zecca, I. B., Hodo, C. L., Swarts, H. M., DeMaar, T. W., Snowden, K. F., Prestridge, H. L., & Hamer, S. A. (2021). *Trypanosoma cruzi* and incidental *Sarcocystis* spp. in endangered ocelots (*Leopardus pardalis*) of South Texas, USA. *The Journal of Wildlife Diseases*, 57(3), 667–671. <https://doi.org/10.7589/JWD-D-20-00169>
- Zhu, Z., Ying, Z., Feng, Z., Liu, Q., & Liu, J. (2022). The Occurrence and Meta-Analysis of Investigations on *Sarcocystis* Infection among Ruminants (*Ruminantia*) in Mainland China. *Animals*, 13(1), 149. <https://doi.org/10.3390/ani13010149>

Actividad antibacteriana de la miel tabasqueña contra *Staphylococcus saprophyticus*

H. L. Arias-de la Cruz¹

G. F. Álvarez-Sánchez^{2*}

J. M. Zaldívar Cruz^{3*}

A. G. Nila Méndez⁴

E. Hernández Domínguez⁴

Abstract:

Inappropriate use of antibiotics to treat bacterial infections has generated many forms of resistance, including *Staphylococcus saprophyticus*, a common contaminant in meat and fermented foods, responsible for gastrointestinal and urinary tract infections. To solve this problem, research has been carried out on alternative therapies, such as apitherapy. Therefore, the aim of this study was to determine the antibacterial properties of Tabasco honeys against *S. saprophyticus*. This research was carried out at the Plant Biotechnology Research Unit (UNIBVE) of the “Instituto Tecnológico Superior de Acayucan (ITSA)”. Ten honey samples were collected from different apiaries in the state of Tabasco. The tests were performed by the agar diffusion and broth dilution method using honey dilutions at 75, 37.50, 18.75, 9.38 and 4.69 % (v/v). *S. saprophyticus* was inoculated in sterile nutrient broth and growth kinetics were determined by spectrophotometry to identify the early stationary phase (0.6 OD). The best results were detected in samples 3 and 5 (Huimanguillo Tabasco) with a MIC of 9.38%. The results show that Tabasco honeys have internationally comparable antibacterial effects, therefore further studies are needed and the sampling area extended to identify other honeys with the same potential, as well as to identify the floral sources that provide these characteristics.

Keywords: MBC, MIC, broth dilution, agar diffusion.

¹División de ciencias básicas e ingeniería, Universidad Popular de la Chontalpa.

²Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, Universidad Autónoma de Chiapas.

³Colegio de Postgraduados Campus Tabasco.

⁴Tecnológico Nacional de México/ITS Acayucan.

*Autores de correspondencia
G. F. Álvarez-Sánchez
geiner.alvarez@unach.mx
J. M. Zaldívar Cruz
zaldivar@colpos.mx

[Tel. 9371387626/9371414109](tel:9371387626/9371414109)

Resumen

El uso inapropiado de antibióticos para el tratamiento de infecciones bacterianas ha dado lugar a muchas formas de resistencia, como es el caso de *Staphylococcus saprophyticus*, un contaminante frecuente en la carne y alimentos fermentados, responsable de infecciones gastrointestinal y del tracto urinario. Para abordar esta problemática se han realizado investigaciones sobre terapias alternativas, como es el caso de la apiterapia. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar las propiedades antibacterianas de las mieles tabasqueñas contra *S. saprophyticus*. Esta investigación se realizó en la Unidad de Investigación en Biotecnología Vegetal (UNIBVE) del Instituto Tecnológico Superior de Acayucan (ITSA). Para ello, se colectaron 10 muestras de miel de diferentes apiarios del estado de Tabasco. La cepa pura de *S. saprophyticus* se inoculó en caldo nutritivo y se determinó la cinética de crecimiento mediante espectrofotometría para identificar la fase estacionaria temprana (0.6 OD). Los ensayos de CMI y CMB se desarrollaron por el método de difusión en agar y dilución en caldo usando diluciones de miel a 75, 37.50, 18.75, 9.38 y 4.69 % (v/v). Los mejores resultados se detectaron en las muestras 3 y 5, que pertenecen al municipio de Huimanguillo, donde se obtuvo una CMI de 9.38%. Estos resultados demuestran que las mieles tabasqueñas poseen efectos antibacterianos comparables a otras mieles

de nivel internacional. Suponemos que más mieles de estas zonas potencialmente podrían exhibir esta capacidad antibacteriana por las características botánicas.

Palabras clave: CMB, CMI, Dilución en caldo, Difusión en agar

Introducción

El uso indiscriminado de los antibióticos para el tratamiento de infecciones bacterianas ha dado lugar a muchas formas de resistencia (Fyfe *et al.*, 2017), incluidas las cefalosporinas, las fluoroquinolonas y la trimetoprima-sulfametoxazol, limitando su uso para el tratamiento de infecciones urinarias (Arends *et al.*, 2023). Lo que ha provocado el desarrollo de alternativas para contrarrestar el efecto de bacterias resistentes, como el uso de la proteómica sustractiva y comparativa para la identificación y predicción de objetivos farmacológicos (Shahid *et al.*, 2020), el uso de nuevos antibióticos (Arends *et al.*, 2023) o alternativas naturales como uso de la miel de abeja (Boussaid *et al.*, 2018; Velásquez *et al.*, 2020; Mustafa *et al.*, 2022).

El uso de la miel ha llamado la atención debido al potencial antibacteriano que posee, como es el caso de la miel de Ulmo (*Eucryphia cordifolia*) capaz de inhibir el crecimiento de *E. coli*, *P. aeruginosa* y cepas de *S. aureus*-MRSA, su actividad se atribuye principalmente a los compuestos fenólicos (Velásquez *et al.*, 2020).

Por otro lado, las mieles de Peumo (*Cryptocarya alba*) y Quillay (*Quillaja saponaria*) son capaces de eliminar a *S. aureus* y *P. aeruginosa*, atribuyendo dicha actividad a la presencia de himenoptaecina (Cebrero *et al.*, 2020).

Mientras que Roshan *et al.* (2017) y Pasiás *et al.* (2018) analizaron mieles australianas y de Grecia respectivamente, las cuales inhibieron el crecimiento de *S. aureus*. Si bien las mieles de diferentes orígenes botánicos y geográficos poseen propiedades antibacterianas contra diversos patógenos, las condiciones del procesamiento y almacenamiento pueden afectar esta característica (Chen *et al.*, 2012; Pimentel-González *et al.*, 2017; Matzen *et al.*, 2018).

Staphylococcus saprophyticus (*S. saprophyticus*) es una bacteria contaminante frecuente de la carne y alimentos fermentados, se puede encontrar en el tracto gastrointestinal, la vagina y el perineo del ser humano; es la causa del 20 % de las infecciones del tracto urinario en mujeres jóvenes, algunas de las complicaciones más graves incluyen pielonefritis aguda, nefrolitiasis y endocarditis (Kline y Lewis, 2016; Hashemzadeh *et al.*, 2021; Lawal *et al.*, 2021). La colonización por *S. saprophyticus* se produce a través de diferentes adhesinas, como las hemaglutininas y la lipasa asociadas a la superficie que forma apéndices superficiales similares a fimbrias, lo que ayuda a las bacterias a mantener una estrecha adherencia a estas superficies (Hashemzadeh *et al.*, 2021).

Se han identificado algunas cepas de *S. saprophyticus* resistentes a sulfametoxazol/trimetoprima, tetraciclina, penicilina, cefoxitina, clindamicina, ciprofloxacino, gentamicina y oxacilina (Hashemzadeh *et al.*, 2021; Lawal *et al.*, 2021). La resistencia a la penicilina se asoció con la presencia de mecA o blaZ. El gen mecA podría servir como marcador para inferir la resistencia a cefoxitina y oxacilina de *S. saprophyticus* (Zhang *et al.*, 2023).

Lo anterior demuestra que las concentraciones subinhibitorias de estos fármacos promueven la virulencia en las bacterias mediante la producción de biopelículas que confieren la resistencia a los antibióticos a través de procesos que incluyen la codificación de genes resistentes a los antibióticos; y la detección de fagos que podrían aumentar la patogenicidad los cuales se encuentran relacionados a dos linajes clonales (G y S) que se originaron en animales de producción/alimentación y humanos (Benini *et al.*, 2019; Lawal *et al.*, 2021).

Por lo tanto, esta investigación tuvo como objetivo determinar las propiedades antibacterianas de las mieles tabasqueñas contra patógenos como lo es *S. saprophyticus* usando los métodos de dilución en caldo y difusión en agar.

Material y Métodos

1. Recolección de muestras

Para el desarrollo de la presente investigación,



se consideraron 10 muestras de mieles, procedentes de distintos apiarios de Tabasco: 4 de Huimanguillo (muestra 3, 4, 5 y 6), 3 de Comalcalco (muestra 8, 9 y 10), 2 de Centro (muestra 2 y 7) y 1 de Balancán (muestra 1). Las muestras se almacenaron en condiciones de oscuridad y temperatura ambiente hasta su análisis en laboratorio, el cual, se realizó en la Unidad de Investigación en Biotecnología Vegetal (UNIBVE) del Instituto Tecnológico Superior de Acayucan (ITSA) en la ciudad de Acayucan, Veracruz. Los ensayos de CMI y CMB se desarrollaron por triplicado usando diluciones de miel a 75, 37.50, 18.75, 9.38 y 4.69 % (v/v), preparado en caldo nutritivo (DIBICO®), adecuando la metodología empleada por Osés et al. (2016).

2. Cinética de crecimiento

Para los ensayos, la cepa pura de *S. saprophyticus*, donada por el laboratorio de Químico Farmacéutico Biólogo de la Universidad Popular de la Chontalpa, se inoculó en caldo nutritivo estéril (DIBICO®), se incubó a 37°C en una incubadora shaker orbital (Labnet International®, 311DS) a 250 rpm y se realizaron mediciones en el espectrofotómetro (Bio RAD®SmartSpec Plus) a 600 nm cada hora para obtener los cambios en la densidad óptica (OD) y realizar la curva de crecimiento. De esta manera se obtuvo un cultivo en fase estacionaria temprana (0.6 OD) (Fangio et al., 2007).

3. Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) por el método de difusión en agar

Una alícuota de 100 µL de *S. saprophyticus* en fase exponencial fue tomada e inoculada en cajas de Petri de 10 cm de diámetro que contenían 30 mL de agar nutritivo estéril solidificado. En cada placa se cortaron 3 pocillos de 8 mm de diámetro, en cada pocillo se depositaron 100 µL de miel diluida en caldo nutritivo al 75, 37.50, 18.75, 9.38 y 4.69 % v/v con tres repeticiones cada una. Se utilizó una placa con agar nutritivo sin miel inoculada (control positivo) y una placa con agar nutritivo y 25 µg/mL de Ciprofloxacino (control negativo) con tres repeticiones cada una y se incubaron a 37 °C durante 24 h (Osés et al., 2016).

4 Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) por el método de dilución en caldo

Se utilizaron tubos falcón que contenían 20 mL de cada una de las concentraciones de miel (75, 37.50, 18.75, 9.38 y 4.69 %) (v/v) y se inocularon con 100 µL del microorganismo con tres réplicas por dilución. Los tubos de control de cada concentración de miel se prepararon añadiendo 20 mL de caldo nutritivo y 100 µL del microorganismo como control positivo y como control negativo se utilizaron tubos con 20 mL de caldo nutritivo y 25 µL de Ciprofloxacino, con tres repeticiones cada una. Los tubos se incubaron a 37°C durante seis

horas en una incubadora shaker orbital (Labnet International®, 311DS) a 250 rpm, cada hora se tomó un mL y se midió la OD a 600 nm utilizando el espectrofotómetro (BioRAD® SmartSpec Plus) y se registraron tanto el crecimiento y la CMI (Osés *et al.*, 2016).

5. Concentración Mínima Bactericida (CMB)

A continuación, se tomaron 100 μ L de cada tubo en el que el crecimiento bacteriano se inhibió, se inocularon en agar nutritivo y se incubaron durante toda la noche a 37°C con el fin de determinar si la actividad antibacteriana de las muestras de miel fue bacteriostático o

bactericida. Se consideraron las cajas Petri con el crecimiento de colonias visibles para exhibir actividades bacteriostáticas, mientras que aquellas con ningún crecimiento se registraron exhibiendo actividades bactericidas.

Resultados y Discusiones

1. Cinética de crecimiento de *Staphylococcus saprophyticus*

Mediante el ensayo por dilución en caldo se caracterizó la cinética de crecimiento de la cepa (Figura 1). La fase exponencial ocurrió en las primeras cuatro horas de incubación, seguida de fase estacionaria.

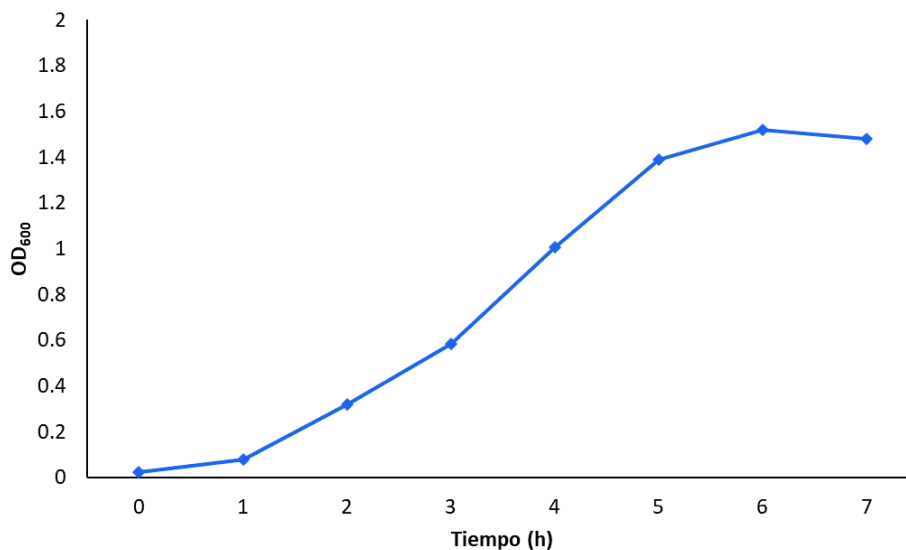


Figura 1. Cinética de crecimiento de *S. saprophyticus*

2. CMI

Para casi todas las muestras de miel probadas, hubo una inhibición total del crecimiento de *S. saprophyticus* en la concentración más alta (75%) por difusión en agar y dilución en caldo, exceptuando a la muestra 7, la cual no logró inhibir a dicha bacteria (Figura 2 y 3). Cuatro de las muestras presentaron actividad antibacteriana a una concentración de 18.75%. Los mejores resultados se detectaron en las muestras 3 y 5 (Figura 4), pertenecientes al municipio de Huimanguillo, donde se obtuvo una CMI de 9.38%. Un efecto contrario fue evidente cuando se realizó una prueba con miel a concentraciones de 4.69% donde las 10 muestras de miel presentaron crecimiento microbiano (Figura 2 y 3). Estos resultados demuestran que algunas de las mieles tabasqueñas tienen mayor

efecto antimicrobiano ante *S. saprophyticus*, en comparación a las mieles monoflorales reportadas por Alabbadi *et al.* (2022) donde se utilizaron concentraciones de 100, 50 y 25 %, siendo esta ultima la CMI a la cual fue sensible una cepa de *S. saprophyticus* resistente a vancomicina. Por otro lado, se reportó que la mieles de Manuka lograron inhibir a esta bacteria usando una concentración de 5 %, mientras que las mieles de Argelia necesitaron de concentraciones de entre 5 y 20 % (Bouacha *et al.*, 2023). Sin embargo, ocurrió un caso contrario en el estudio realizado en Pakistán donde la miel no logro inhibir a la bacteria, ni a ninguna otra probada, mencionando que la miel no poseía el efecto antibacteriano esperado (Wahid, 2021).

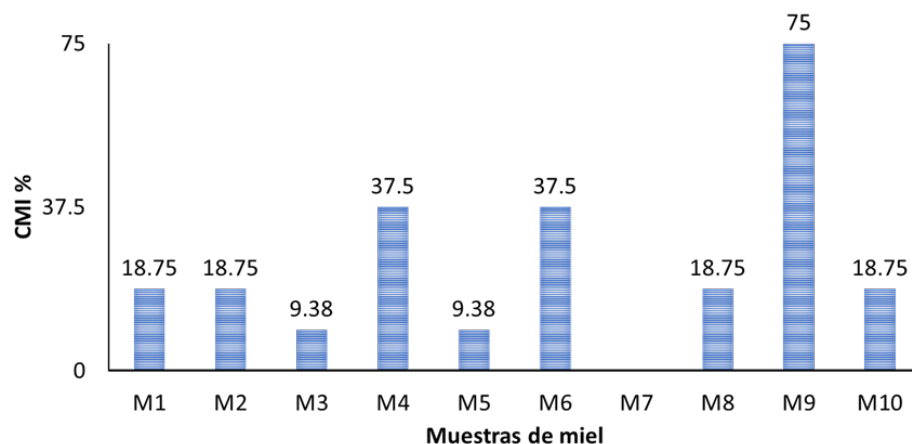


Figura 2. CMI por el método de difusión en agar donde M1: Balancán, M2: Centro, M3: Huimanguillo, M4: Huimanguillo, M5: Huimanguillo, M6: Huimanguillo, M7: Centro, M8: Comalcalco, M9: Comalcalco, M10: Comalcalco.

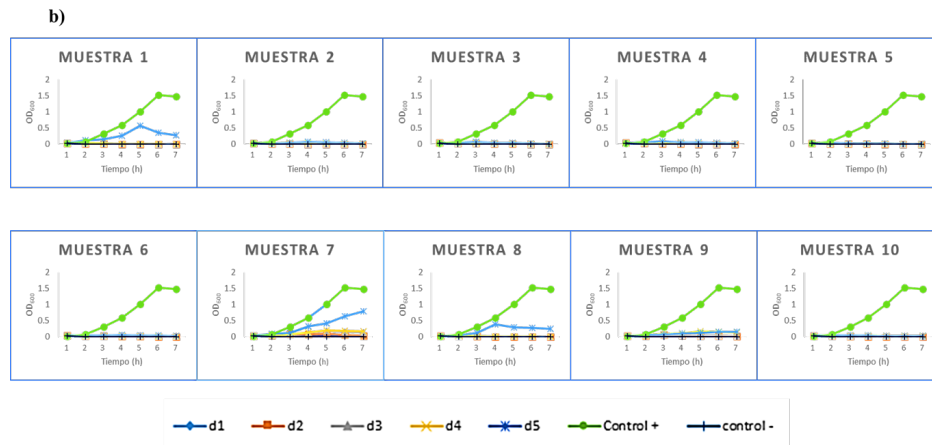


Figura 3. CMI por dilución en caldo donde d1: 75 %, d2: 37.5 %, d3: 18.75 %, d4: 9.38 % y d5: 4.69 %. Control +: caldo nutritivo + 100 μ L de *S. saprophyticus*, Control -: Ciprofloxacino 25 μ g/mL.

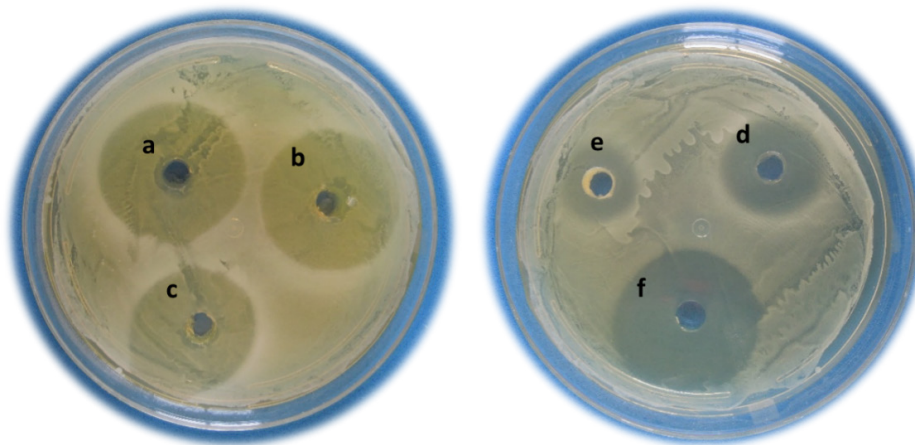


Figura 4. Halos de inhibición de la muestra 5 (Huimanguillo) a distintas diluciones, donde a) 75 %, b) 37.5 %, c) 18.75 %, d) 9.38 %, e) 4.69 % y f) Ciprofloxacino 25 μ g/mL.

3. CMB

Se logró determinar que la actividad antibacteriana de las muestras de miel fue bactericida, al no presentar ningún crecimiento de colonias en agar nutritivo después de 24 horas de incubación. Por lo tanto, la CMB fue

exactamente igual a la CMI (Tabla 1). En la miel de manuka se encontró un efecto bactericida a concentraciones de 10 %, mientras que las mieles de Argelia requerían de concentraciones de entre 10 y 40 % (Bouacha *et al.*, 2023).

Muestra	Concentración de miel %	Staphylococcus saprophyticus		
		UFC/mL	Efecto bactericida	
Control positivo	0	1.18 x 10 ⁹	NO	
	75	0	Si	
	37.5	0	Si	
	1. Balancán	18.75	0	Si
		9.38	1.26 x 10 ⁷	No
4.69		2.19 x 10 ⁸	No	
75		0	Si	
2. Centro		37.5	0	Si
	18.75	0	Si	
	9.38	1.28 x 10 ⁷	No	
	4.69	1.92 x 10 ⁷	No	
	75	0	Si	
3. Huimanguillo	37.5	0	Si	
	18.75	0	Si	
	9.38	0	Si	
	4.69	1.12 x 10 ⁷	No	
	75	0	Si	
4. Huimanguillo	37.5	0	Si	
	18.75	4.8 X 10 ⁶	No	
	9.38	1.28 x 10 ⁷	No	
	4.69	2.0 x 10 ⁷	No	
	75	0	Si	
5. Huimanguillo	37.5	0	Si	
	18.75	0	Si	
	9.38	0	Si	
	4.69	4.8 X 10 ⁶	No	
	75	0	Si	
6. Huimanguillo	37.5	0	Si	
	18.75	5.6 X 10 ⁶	No	
	9.38	8.8 x 10 ⁶	No	
	4.69	2.32 x 10 ⁷	No	
	75	2.48 x 10 ⁷	No	
7. Centro	37.5	2.88 x 10 ⁷	No	
	18.75	3.12 x 10 ⁷	No	
	9.38	6.0 x 10 ⁷	No	
	4.69	1.58 x 10 ⁸	No	
	75	0	Si	
8. Comalcalco	37.5	0	Si	
	18.75	0	Si	
	9.38	4.0 X 10 ⁶	No	
	4.69	1.94 x 10 ⁸	No	
	75	0	Si	
9. Comalcalco	37.5	7.2 X 10 ⁶	No	
	18.75	1.12 x 10 ⁷	No	
	9.38	1.09 x 10 ⁸	No	
	4.69	1.18 x 10 ⁸	No	
	75	0	Si	
10. Comalcalco	37.5	0	Si	
	18.75	0	Si	
	9.38	2.24 x 10 ⁷	No	
	4.69	2.48 x 10 ⁷	No	

Tabla 1. Concentración mínima bactericida expresada en UFC/mL a diferentes concentraciones de miel contra *S. saprophyticus*.

Conclusiones

Ambos métodos empleados arrojaron resultados similares (difusión en agar y dilución en caldo), es necesario destacar que el método de dilución en caldo es de menor costo, debido a que se requiere de menos material, proporciona la concentración mínima bactericida y adicionalmente muestra el comportamiento del microorganismo a través de la cinética de crecimiento. Con los resultados obtenidos podemos demostrar que las mieles tabasqueñas poseen efectos antibacterianos, quizás los constituyentes de estas mieles: como alto contenido peróxido de hidrógeno en combinación con los fenoles y los flavonoles entre otros que causen esta inhibición en el crecimiento de esta bacteria patógena.

Por lo que es necesario realizar más estudios y extender el área de muestreo para identificar otras mieles con el mismo potencial, así como identificar las fuentes florales que proporcionan dichas características.

Agradecimientos

Heydi Lorena Arias de la Cruz (813762/619177), agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico otorgado para la realización de este proyecto de investigación, a la Universidad Popular de la Chontalpa, al Instituto Tecnológico Superior de Acayucan (ITSA) y al Colegio de Postgraduados Campus Tabasco por las facilidades otorgadas para poder realizar la fase

Referencias y Bibliografía

- Alabbadi, A. A. A., Ahmed, M. M., Bashir, M. B. M., Mahjaf, G. M., & Gorish, B. M. T. (2022). *In vitro Evaluation of Antimicrobial Activity of Bee Honey against Gram-Positive Cocci Bacteria Isolated from Clinical Specimen in Shendi Town*. International Journal of Pathogen Research, 9(4), 24-30. doi.org/10.9734/ijpr/2022/v9i430233.
- Arends S. J. R., Butler, D., Scangarella-Oman, N., Castanheira, M., & Mendes, R. E. (2023). *Antimicrobial Activity of Gepotidacin Tested against Escherichia coli and Staphylococcus saprophyticus Isolates Causing Urinary Tract Infections in Medical Centers Worldwide (2019 to 2020)*. Antimicrob Agents Chemother 67(4), 1-9. <https://doi.org/10.1128/aac.01525-22>.
- Benini, M. K., Martison F. A., Cataneli, P. V., Pinheiro, L. P., de Oliveira, A., & Ribeiro, S. C. M. L. (2019). *In vitro effects of antimicrobial agents on planktonic and biofilm forms of Staphylococcus saprophyticus isolated from patients with urinary tract infections*. Frontiers in Microbiology, 10(40), 1-9. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00040>.
- Bouacha, M., Besnaci, S., & Boudiar, I. (2023). *Comparative study of the antibacterial activity of algerian honeys and manuka honey toward pathogenic bacteria from burn wound infections*. Mikrobiolohichnyi Zhurnal, 85(2), 26-36. doi.org/10.15407/microbiolj85.02.026.
- Boussaid, A., Chouaibi, M., Rezig, L., Hellal, R., Donsi, F., Ferrari, G., & Hamdi, S. (2018). *Physicochemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia*. Arabian Journal of Chemistry, 11(2), 265-274. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.08.011>.
- Cebrero, G., Sanhueza, O., Pezoa, M., Báez, M. E., Martínez, J., Báez, M., & Fuentes, E. (2020).



- Relationship among the minor constituents, antibacterial activity and geographical origin of honey: A multifactor perspective.* Food Chemistry, 315(2019), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126296>.
- Chen, C., Campbell, T. L., Blair, E. S., & Carter, A. D. (2012). *The effect of standard heat and filtration processing procedures on antimicrobial activity and hydrogen peroxide levels in honey.* Frontiers in Microbiology, 3(2012), 1-8. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00265>.
- Fangio MF, Iurlina, MO, Fritz R. *Actividad antimicrobiana de mieles del sudeste de la provincia de Buenos Aires frente a Escherichia coli.* Revista Argentina de Microbiología. ISSN 0325-7541 versión On-line ISSN 1851-7617.
- Fyfe, L., Okoro, P., Paterson, E., Coyle, S., & McDougall, G. J. (2017). *Compositional analysis of Scottish honeys with antimicrobial activity against antibiotic-resistant bacteria reveals novel antimicrobial components.* LWT - Food Science and Technology, 79(2017), 52-59. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.01.023>.
- Hashemzadeh, M., Dezfuli, A. A. Z., Nashibi, R., Jahangirimehr, F., & Akbarian, Z. A. (2021). *Study of biofilm formation, structure and antibiotic resistance in Staphylococcus saprophyticus strains causing urinary tract infection in women in Ahvaz, Iran.* New Microbes and New Infections, 39(100831), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.nmni.2020.100831>.
- Kline, K. A., & Lewis, A. L. (2016). *Gram-Positive Uropathogens, Polymicrobial Urinary Tract Infection, and the Emerging Microbiota of the Urinary Tract.* Microbiol Spectr, 4(2), 1-31. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.uti-0012-2012>.
- Lawal, O. U., Fraqueza, M. J., Bouchami, O., Worning, P., Bartels, M. D., Gonçalves, M. L., Paixão, P., Gonçalves, E., Toscano, C., Empele, J., Urbás, M., Domínguez, M. A., Westh, H., de Lencastre, H., & Miragaia, M. (2021). *Foodborne origin and local and global spread of Staphylococcus saprophyticus causing human urinary tract infections.* Emerging infectious diseases, 27(3), 880. <https://doi.org/10.3201%2Faid2703.200852>.
- Matzen, R. D., Zinck Leth-Espensen, J., Jansson, T., Nielsen, D. S., Lund, M. N., & Matzen, S. (2018). *The antibacterial effect in vitro of honey derived from various Danish flora.* Dermatology Research and Practice, 2018, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2018/7021713>.
- Mustafa, G., Iqbal, A., Javid, A., Manzoor, M., Aslam, S., Ali, A., Azam, S. M., Khalid, M., Farooq, M., Al-Naggar, Y., Ali-Alharbi, S., Ali-El, E. H., Abd-Malek, R., Qamer, S., & Hussain, A., (2022). *Antibacterial properties of Apis dorsata honey against some bacterial pathogens.* Saudi Journal Biological Sciences., 29(2022), 730-734. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.09.059>.
- Osés, S. M., Pascual-Mate, A., de la Fuente, D., de Pablo, A., Fernandez-Muino, M. A., & Sancho, M. T. (2016). *Comparison of methods to determine antibacterial activity of honeys against Staphylococcus aureus.* NJAS - Wageningen. J. Life Sci., 78(2016), 29-33. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2015.12.005>.
- Pasias, I. N., Kiriakou, I. K., Kaitatzis, A., Koutelidakis, A. E., & Proestos, C. (2018). *Effect of late harvest and floral origin on honey antibacterial properties and quality parameters.* Food Chemistry, 242(2018), 513-518. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.083>.

- Pimentel-González, D. J., Basilio-Cortes, U. A., Hernández-Fuentes, A. D., Figueira, A. C., Quintero-Lira, A., & Campos-Montiel, R. G. (2017). *Effect of thermal processing on antibacterial activity of multifloral honeys*. Journal of Food Process Engineering, 40(1), e12279. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12279>.
- Roshan, N., Rippers, T., Locher, C., & Hammer, K. A. (2017). *Antibacterial activity and chemical characteristics of several Western Australian honeys compared to Manuka honey and pasture honey*. Archives of Microbiology, 199(2), 347-355. <https://doi.org/10.1007/s00203-016-1308-3>.
- Shahid, F., Ashfaq, U. A., Saeed, S., Munir, S., Almatroudi, A., & Khurshid, M. (2020). *In silico subtractive proteomics approach for identification of potential drug targets in Staphylococcus saprophyticus*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(10), 1-10. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103644>.
- Velásquez, P., Montenegro, G., Leyton, F., Ascar, L., Ramirez, O., & Giordano, A. (2020). *Bioactive compounds and antibacterial properties of monofloral Ulmo honey*. CYTA – Journal of Food., 18(1), 11-19. <https://doi.org/10.1080/19476337.2019.1701559>.
- Wahid, H. A. (2021). 01. *Antibacterial Activities of plant extracts and honey on local bacterial isolates*. Pure and Applied Biology (PAB), 2(4), 116-121. doi.org/10.19045/bspab.2013.24001.
- Zhang, K., Potter, R. F., Marino, J., Muenks, C. E., Lammers, M. G., Dien, B. J., Dingle, C. T., Humphries, R., Westblade, F. L., Burnham, D. C. A. & Dantas, G. (2023). *Comparative genomics reveals the correlations of stress response genes and bacteriophages in developing antibiotic resistance of Staphylococcus saprophyticus*. Msystems, 8(6), 1-24. <https://doi.org/10.1128/msystems.00697-23>.



Análisis comparativo de la colonización microbiana en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

G. F. Álvarez-Sánchez¹

J. B. Ponce-Noguez^{1*}

H. L. Arias-de la Cruz^{2*}

Abstract:

Soil is the habitat of a great diversity of microorganisms that live in consortia, interacting with the ecosystem and intervening in edaphic processes for ecological balance. Microorganisms can adhere in surface of soil particles or interact with plant roots (rhizosphere). Therefore, to design strategies that increase soil fertility and crop yield, it's important characterize the rhizosphere microbial communities. Microbial characterization is performed using microscopic counting and serial dilution methods. The aim of this study was to evaluate the microorganisms density and diversity in non-rhizospheric soil and sugarcane rhizosphere using microscopic counting and serial dilution methods. The best population and diversity results were obtained with the serial dilution method. This method allows obtaining the population of microorganisms CFU counting, and determine the diversity of microorganisms in specific culture media for bacteria, fungi and actinomycetes.

Keywords: Rhizosphere, Microbial count, Soil, Microbiota

¹Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad Maya de Estudios Agropecuarios.

²Universidad Popular de la Chontalpa. División de Ciencias Básicas e Ingenierías.

³Colegio Superior Agropecuario Del Estado de Guerrero.

*Autores de correspondencia
H. L. Arias-de la Cruz
heydi.arias@upch.mx

Jesús-Benjamín Ponce-Noguez
jesus.ponce@unach.mx

Fecha de envío: 13/09/2024

Resumen:

En el suelo habitan el mayor número de microorganismos que se adaptan a microhábitats y viven en consorcios que interactúan con el ecosistema e intervienen en diversos procesos edáficos que mantienen el equilibrio ecológico del sistema. Los microorganismos se pueden encontrar adheridas a la superficie de las partículas del suelo como agregados o interactuando específicamente con las raíces de las plantas (rizosfera). Por ello, es de gran importancia la caracterización de las comunidades microbianas asociadas a los cultivos agrícolas para el diseño de estrategias que mejoren la fertilidad del suelo y el rendimiento de los cultivos. Existen diversos métodos para la caracterización microbiana, como el recuento microscópico y la cuenta viable por dilución seriada. Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar la densidad y diversidad de microorganismos en el tiempo en suelo no rizosférico y rizosfera de caña de azúcar bajo dos técnicas de recuento microbiano. Los mejores resultados tanto de población como diversidad se obtuvieron con la técnica de cuenta viable por dilución seriada, pues esta técnica permite establecer la población de microorganismos por medio del número de UFC, y determinar la diversidad de microorganismos en medios de cultivo específicos para bacterias, hongos y actinomicetos.

Palabras clave: Rizosfera, Recuento microbiano, Suelo, Microbiota

Introducción

El suelo es el lugar biológicamente más diverso y complejo de la tierra, pues en él habitan el mayor número de microorganismos que se adaptan a microhábitats y viven en consorcios que interactúan con el ecosistema e intervienen en diversos procesos edáficos que mantienen el equilibrio ecológico del sistema (Ayan *et al.*, 2021; Abakumov *et al.*, 2013).

La acción microbiana del suelo depende de la temperatura, aireación, pH y condiciones de humedad, así como de la competencia y antagonismos que se establecen entre los propios grupos de microorganismos. Las bacterias del género *Rhizobium* vive en simbiosis con leguminosas, fijando el nitrógeno en nódulos de las raíces de estas. Otras no-simbióticas, obtienen el sustrato del aire y la energía de la descomposición de residuos vegetales. La micorriza define la simbiosis entre un hongo y las raíces de una planta. En este caso, la planta recibe del hongo nutrientes minerales y agua, y el hongo obtiene hidratos de carbono y vitaminas que es incapaz de sintetizar (Ayan *et al.*, 2021; Pérez *et al.*, 2023).

Si hablamos del hábitat específico de las bacterias, algunas se pueden encontrar adheridas a la superficie de las partículas de suelo como agregados o interactuando específicamente con las raíces de las plantas (rizosfera), donde la concentración de bacterias por gramo de suelo



es mucho mayor, puesto que, las interacciones entre microorganismos y la rizosfera, satisfacen requerimientos nutritivos básicos para la planta y para las comunidades microbianas asociadas a ella (Cruz-Cárdenas *et al.*, 2021; Pérez *et al.*, 2023).

Por ello, es de gran importancia la caracterización de las comunidades microbianas asociadas a los cultivos agrícolas para el diseño de estrategias que mejoren la fertilidad del suelo y la producción de los cultivos, pues a través de las múltiples interacciones en la rizosfera, se ha probado su eficacia en el control de plagas, su efecto como organismos promotores de crecimiento vegetal y su incidencia en la mejora de la absorción de nutrientes como N y Ca (Viera-Arroyo, 2020; Cruz-Cárdenas *et al.*, 2021).

Existen diversos métodos para la caracterización microbiana. El recuento microscópico es una técnica común, rápida y poco costosa que permite determinar el número de células microbianas por observación directa en el microscopio, su gran ventaja es que la muestra puede utilizarse sin realizar diluciones. La técnica de cuenta viable es utilizada para determinar el número de microorganismos viables en un medio líquido, por lo general se realizan diluciones seriadas de 10^{-7} . pequeñas alícuotas de esas diluciones son sembradas en medio nutritivo en placa Petri para su posterior cuantificación (Madigan *et al.*, 2015).

Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar la densidad y diversidad de microorganismos en el tiempo en suelo no rizosférico y rizosfera de caña de azúcar bajo dos técnicas de recuento microbiano.

Material y Métodos

1. Descripción y características del sitio de muestreo

El sitio de estudio fue un cultivo de caña de azúcar, ubicado en las coordenadas 17°58'35.8" Norte, 93°23'14.7" Oeste, carretera Cárdenas-Huimanguillo km 3, en un suelo Fluvisol Éútrico (Salgado *et al.*, 2005). Presenta un clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, la temperatura media anual es de 26-28°C y una precipitación media anual de 2000-2500 mm, con una altura promedio de 10 msnm (INEGI, 2010).

2. Establecimiento del experimento

Fue seleccionado un área de 100 m² cubierta de plantas de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en etapa de rápido crecimiento (ocho meses aproximadamente).

Se utilizó un diseño factorial 2x2x2; dos técnicas de evaluación (PE: portaobjeto enterrado y CV: cuenta viable), dos espacios (R: rizosfera y S: suelo no rizosférico) y dos tiempos de evaluación (T1: 7 días y T2: 21 días). La unidad experimental para la técnica de PE, consistió

de un campo microscópico (tres campos por portaobjeto). Para la técnica de CV, la unidad experimental fue la caja Petri en la dilución seriada. En total se generaron ocho tratamientos con tres repeticiones cada una.

En campo se ubicaron 24 puntos alrededor de las plantas amacolladas. En cada punto se delimitó la rizosfera (R) y el suelo no rizosférico (S), en donde se enterraron los portaobjetos y se realizaron las tomas de muestra de R y S para la evaluación microbiana.

3. Colecta de muestras

Al día 7 y 21 de establecido el experimento, se colectaron seis portaobjetos (tres en rizosfera y tres en suelo no rizosférico) y una muestra directa de suelo rizosférico y suelo no rizosférico para su análisis en el laboratorio de microbiología agrícola del Colegio de Postgraduados campus Tabasco.

4. Población y diversidad de microbiana

4.1. Técnica de portaobjeto enterrado de Rossi-Cholodny

Una vez desenterrados los portaobjetos, se etiquetaron y trasladaron al laboratorio de microbiología, donde se realizó la técnica de Tinción con Rosa de bengala, la cual consistió en; lavar los portaobjetos para remover el suelo, sumergirlos en ácido acético al 40 % (v/v) durante tres minutos, teñir con Rosa de bengala

a baño maría durante siete minutos, enjuagar y dejar secar durante una hora aproximadamente, para finalmente observar al microscopio en tres campos usando el objetivo de 40X, para determinar la población de formas microscópicas siguiendo el manual de Aquiahuatl et al. (2010).

4.2. Técnica de cuenta viable por dilución seriada (Madigan et al., 2015)

La muestra de suelo rizosférico y rizosfera, se colocaron en bolsas de polietileno, se etiquetaron y trasladaron al laboratorio de microbiología. Se utilizaron 10 g de cada muestra para determinar el peso de seco, las cuales se colocaron en contenedores de aluminio en un horno de aire forzado por 48 horas a 105°C (NOM-021-SEMARNAT-2000). Posteriormente, se realizó la técnica de cuenta viable, la cual consistió en pesar 10 g de cada muestra, agregarlas en frascos de dilución con 90 mL de agua destilada (dilución 101) y agitar de forma horizontal durante 10 minutos. Seguido de esto, se realizaron cuatro diluciones consecutivas (102, 103, 104 y 105) tomando una alícuota de 1 mL de cada frasco de dilución para colocarlos en tubos de ensayo con 9 mL de agua destilada. De cada una de las diluciones, se tomó una alícuota de 100 µL para inocular en medio de cultivo Agar nutriente (BD BIOXON) para el crecimiento de bacterias heterótrofas, medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (BD BIOXON) para el crecimiento de hongos heterótrofos y medio



Agar Czapek (DIBICO) para el crecimiento de actinomicetos, con tres repeticiones cada una, las cuales se incubaron en posición invertida a 37 °C durante 72 horas, para después realizar un conteo de las unidades formadoras de colonias (UFC) en la dilución más grande donde fuera posible realizarlo, así como evaluar su morfología siguiendo los parámetros siguientes: forma, tamaño, borde, elevación y color, según Aquiahuatl et al. (2010).

4.3. Interpolación de UFC

La interpolación de UFC se realizó tomando como base las UFC obtenidas con la técnica de cuenta viable respecto a la técnica de portaobjeto enterrado. La escala que se utilizó fue: + = muy escaso, ++ = escaso, +++ = medianamente abundante, ++++ = abundante, +++++ muy abundante, el cual se interpoló de la siguiente manera; + = 10^1 , ++ = 10^2 , +++ = 10^3 , ++++ = 10^4 , +++++ = 10^5 .

Resultados y Discusiones

1. Población de bacterias, hongos y actinomicetos mediante la técnica de portaobjeto enterrado

La población de microorganismos fue similar en los cuatro tratamientos, la mayor población de bacterias se obtuvo con el tratamiento 2 (10^3 UFC), el resto de los tratamientos obtuvieron una

población de 10^2 UFC. Para el caso de los hongos, no se observó ninguna forma microscópica. En lo que respecta a la población de actinomicetos, estos resultaron ser los microorganismos con menor población, debido a que, los tratamientos 1, 2 y 4 obtuvieron una población de 10^1 UFC y en contraste, en el tratamiento 3 no se observó ninguna forma microscópica.

2. Población de bacterias, hongos y actinomicetos mediante la técnica de cuenta viable por dilución seriada

En la determinación del peso seco, las muestras de rizosfera a los 7 y 21 días obtuvieron el menor peso seco (6.04 y 4.9 g respectivamente), determinado por su mayor contenido de humedad, en contraste, las muestras de suelo no rizosférico a los 7 y 21 días, contenían una menor cantidad de humedad al obtener un peso seco de 8.29 y 7.48 g respectivamente (Tabla 1). Estos datos de peso seco de las muestras, fueron utilizados para obtener el número de UFC por cada gramo de muestra seca.

La mayor población de bacterias, hongos y actinomicetos en suelo no rizosférico, se encontró a los 21 días, en contraste, la mayor población de bacterias y actinomicetos en rizosfera se observó a los 7 días, en lo que respecta a la población de hongos en rizosfera, la mayor población se observó a los 21 días (Tabla 2).

Tratamiento	Peso del crisol (PC)	Peso de la muestra húmeda (PMH)	C+PMH	Peso de la muestra seca + PC	Peso de la muestra seca
5. S + T1	45.34 g	10 g	55.34 g	53.63 g	8.29 g
6. S + T2	30.41 g	10 g	40.41 g	37.89 g	7.48 g
7. R + T1	30.4 g	10 g	40.4 g	36.44 g	6.04 g
8. R + T2	32.06 g	10 g	42.06 g	36.96 g	4.9 g

S = Suelo no rizosférico, R = Rizosfera, T1 = 7 días, T2 = 21 días

Tabla 1. Peso húmedo y seco de las muestras de rizosfera y suelo no rizosférico

Tratamiento	Bacterias	Hongos	Actinomicetos
	UFC g ⁻¹ muestra seca	UFC g ⁻¹ muestra seca	UFC g ⁻¹ muestra seca
5. S + T1	64.8x10 ³ ±21.6	1.9x10 ³ ±.5	34.5x10 ³ ± 7.7
6. S + T2	23.4x10 ⁴ ± 5.8	11.3x10 ³ ± 1.8	4.6x10 ⁴ ± 2.4
7. R + T1	31.1x10 ⁵ ± 9.6	4.8x10 ³ ± 2	5.2x10 ⁴ ± .9
8. R + T2	13.8x10 ⁵ ± 1	7x10 ⁴ ± 2.3	4.3x10 ⁴ ± 1.6

S = Suelo no rizosférico, R = Rizosfera, T1 = 7 días, T2 = 21 días

Cuadro 2. Población promedio de bacterias, hongos y actinomicetos

3. Diversidad de bacterias, hongos y actinomicetos mediante la técnica de portaobjeto enterrado

Se encontraron cinco tipos de bacterias diferentes, siendo los cocos los de mayor densidad en los cuatro tratamientos a los 21 días de establecido el experimento. En lo que

respecta a los hongos, no se observaron hifas o esporas en ningún tratamiento. Mientras que, para los actinomicetos, no se observaron hifas en el tratamiento 3, para el resto, la densidad de hifas fue muy escasa (Tabla 3).

Tratamientos	Formas microscópicas						
	Bacterias heterótrofas					Hongos	Actinomicetos
	Coco	Diplococo	Estreptococo	Estafilococo	Bacilo	Hifas	Hifas
1. PE + S + T1	+++	+	+	+	+	-	+
2. PE + S + T2	+++++	++	+++	++	++	-	+
3. PE + R + T1	++++	+	++	+	+	-	-
4. PE + R + T2	+++++	++	+	+	++	-	+

+ = Muy escasa, ++ = Escasa, +++ = Medio abundante, ++++ = Abundante, +++++ = Muy abundante, - = Sin presencia

Cuadro 3. Diversidad de bacterias, hongos y actinomicetos por la técnica de porta objeto enterrado a los 7 y 21 días (T1 y T2)

4. Diversidad de bacterias, hongos y actinomicetos mediante la técnica de cuenta viable por dilución seriada

La mayor diversidad de bacterias se observó en la rizosfera a los 7 días, con nueve tipos morfológicamente diferentes, en comparación con el suelo no rizosférico y rizosfera a los 21 días (Tabla 4). Se observaron dos géneros de actinomicetos, tanto en suelo no rizosférico y rizosfera a los 7 y 21 (Tabla 5). Para los hongos, se identificaron seis tipos en suelo no rizosférico a los 7 y 21 días, siendo esta la de mayor variabilidad, mientras que en la rizosfera a los 7 y 21 solo se distinguieron cuatro tipos de hongos (Tabla 6).

Tratamiento	Clave	Forma	Tamaño (cm)	Borde	Elevación	Color
5. S + T1	1.1	Puntiforme	.1	Entero	Plano	Beige
	1.2	Circular	.4	Entero	Plano	Beige
	1.3	Circular	.1	Erosionado	Plano	Beige
	1.4	Irregular	1.1	Lobulado	Plano	Beige
	1.5	Irregular	1.3	Lobulado	Elevado	Blanco
	1.6	Irregular	4.8	Lobulado	Plano	Beige
	1.7	Irregular	1.9	Erosionado	Elevado	Blanco
6. S + T2	2.1	Puntiforme	.1	Entero	Plano	Beige
	2.2	Circular	.4	Entero	Plano	Blanco
	2.3	Circular	.8	Lobulado	Plano	Café
	2.4	Irregular	3	Erosionado	Plano	Beige
	2.5	Irregular	3.8	Filamentoso	Plano	Beige
	2.6	Irregular	2.2	Lobulado	Elevado	Beige
7. R + T1	3.1	Puntiforme	.1	Entero	Plano	Beige
	3.2	Puntiforme	.1	Entero	Plano	Beige
	3.3	Circular	.6	Entero	Plano	Blanco
	3.4	Circular	.4	Entero	Elevado	Beige
	3.5	Circular	.5	Entero	Plano	Amarillo
	3.6	Irregular	1.8	Ondulado	Plano	Blanco
	3.7	Circular	1.2	Entero	Elevado	Café
	3.8	Irregular	3	Lobulado	Elevado	Beige
	3.9	Irregular	2.8	Filamentoso	Plana	Blanco
8. R + T2	4.1	Puntiforme	.1	Entero	Plana	Beige
	4.2	Circular	.3	Entero	Plana	Beige
	4.3	Circular	1.2	Lobulado	Plana	Beige
	4.4	Irregular	.9	Lobulado	Plana	Blanco
	4.5	Irregular	3.2	Lobulado	Elevado	Blanco
	4.6	Circular	2.2	Erosionado	Elevado	Café

S = Suelo no rizosférico, R = Rizosfera, T1 = 7 días, T2 = 21 días

Cuadro 4. Diversidad de bacterias por la técnica de cuenta viable

Muestra	Clave	Forma	Tamaño (cm)	Borde	Elevación	Color
5. S + T1	1.1	Circular	.2	Entero	Convexo	Blanco
	1.2	Circular	.1	Entero	Convexo	Café
6. S + T2	2.1	Circular	.2	Entero	Convexo	Blanco
	2.2	Circular	.1	Entero	Convexo	Café
7. R + T1	3.1	Circular	.1	Entero	Convexo	Café
	3.2	Circular	.2	Entero	Convexo	Blanco
8. R + T2	4.1	Circular	.1	Entero	Convexo	Blanco
	4.2	Circular	.1	Entero	Convexo	Café

S = Suelo no rizosférico, R = Rizosfera, T1 = 7 días, T2 = 21 días

Cuadro 5. Diversidad de actinomicetos por la técnica de cuenta viable

Muestra	Clave	Color	Muestra	Clave	Color
5. S + T1	5.1	Café	7. R + T1	7.1	Café con centro blanco
	5.2	Café con borde blanco		7.2	Café
	5.3	Blanco		7.3	Blanco
	5.4	Verde	7.4	Verde con borde blanco	
	5.5	Verde con borde blanco	8. R + T2	8.1	Blanco
	5.6			8.2	Gris con borde blanco
6. S + T2	6.1	Amarillo	8.3	Beige	
	6.2	Blanco	8.4	Rosado con borde blanco	
	6.3	Anaranjado			
	6.4	Beige			
	6.5	Café con borde blanco			
	6.6	Rosado			
	Amarillo				

S = Suelo no rizosférico, R = Rizosfera, T1 = 7 días, T2 = 21 días

Cuadro 6. Diversidad de hongos por la técnica de cuenta viable



5. Análisis comparativo de la población microbiana

La técnica de portaobjeto enterrado tanto en suelo no rizosférico como en rizosfera presenta un bajo número de UFC de bacterias, hongos y actinomicetos a los 7 y 21 días de la evaluación. Sin embargo, en la técnica de cuenta viable se aprecia una gran población de bacterias a los 7 y 21 días en suelo no rizosférico y rizosfera (Tabla 7).

Al comparar las técnicas utilizadas en este experimento se puede deducir que los mejores resultados se obtuvieron por la técnica de cuenta viable por dilución seriada, ya que este permite conocer el número de UFC a través de la dilución de la muestra, mientras que en la técnica de portaobjeto enterrado, solo es posible conocer la abundancia de las formas microcopias y realizar una interpolación en un intento de determinar el número aproximado de UFC.

Tratamiento	7 días UFC			21 días UFC		
	Bacterias	Hongos	Actinomicetos	Bacterias	Hongos	Actinomicetos
PE + S	10 ²	-	10 ¹	10 ³	-	10 ¹
PE + R	10 ²	-	-	10 ²	-	10 ¹
CV + S	64.8x10 ³	1.9x10 ³	34.5x10 ³	23.4x10 ⁴	11.3x10 ³	4.6x10 ⁴
CV +R	31.1x10 ⁵	4.8x10 ³	5.2x10 ⁴	13.8x10 ⁵	7x10 ⁴	4.3x10 ⁴

PE= Porta objeto enterrado, CV = Cuenta viable, S= Suelo no rizosférico, R= Rizosfera, - = Sin presencia

Cuadro 7. Unidades formadoras de colonias (UFC) de bacterias, hongos y actinomicetos, en suelo no rizosférico y rizosfera a los 7 y 21 días.

6. Análisis comparativo de la diversidad microbiana

La técnica de portaobjeto enterrado, determina que existen cinco tipos de bacterias, que no existe ninguno en hongos y uno en actinomicetos a lo largo de la evaluación del experimento en suelo no rizosférico y rizosfera. Sin embargo, en la técnica de cuenta viable se aprecia una mayor diversidad de bacterias, hongos y actinomicetos a los 7 y 21 días tanto en suelo no rizosférico como en rizosfera (Tabla 8). Basado en lo

anterior, la técnica con la que se obtuvieron los mejores resultados, fue la cuenta viable por dilución seriada, ya que esta permite determinar la diversidad de microorganismos en medios de cultivo específicos para bacterias, hongos y actinomicetos, e incluso aislar e identificar géneros asociados directamente con la rizosfera de diversos sistemas de producción agrícola con la finalidad de inocularlos en sustratos orgánicos y ser aplicados al suelo como biofertilizante.

Tratamiento	7 días			21 días		
	Bacterias	Hongos	Actinomicetos	Bacterias	Hongos	Actinomicetos
PE + S	5	-	1	5	-	1
PE + R	5	-	-	5	-	1
CV + S	7	6	2	6	6	2
CV +R	9	4	2	6	4	2

UFC = Unidades formadoras de colonias, PE= Porta objeto enterrado, CV = Cuenta viable, S= Suelo no rizosférico, R= Rizosfera, - = Sin presencia.

Cuadro 8. Número de especies de bacterias, hongos y actinomicetos, en suelo no rizosférico y rizosfera a los 7 y 21 días.

En un estudio realizado por Escobar *et al.*, (2012), identificaron poblaciones microbianas en diferentes sustratos orgánicos, la diversidad microbiana reportada consistió en ocho tipos de bacterias, dos tipos de actinomicetos y cuatro tipos de hongos. Por otro lado, Hernández-Gómez *et al.*, (2020), reportaron una diversidad promedio de 10 tipos de bacterias en la rizosfera de tres cultivares diferentes de caña de azúcar cultivados en un suelo Cambisol Éutrico Arcílico. Ambos estudios obtuvieron resultados similares a los reportados en esta investigación en las muestras de suelo rizosférico, lo que demuestra la alta capacidad de asociación simbiótica entre los microorganismos del suelo y las raíces de los cultivos agrícolas.

Por ello, es de gran importancia caracterizar los microorganismos asociados a la rizosfera de los cultivos agrícolas para el diseño de estrategias que mejoren la fertilidad del suelo y el rendimiento de los cultivos siendo las

bacterias de los géneros *Pseudomona*, *Bacillus*, *Azospirillum*, *Rhizobium*, *Streptomyces*, *Enterobacter*, y *Azotobacter* los más utilizados para este fin, ya que promueven el crecimiento de las plantas al solubilizar fosfatos, fijar nitrógeno atmosférico y secretar fitohormonas de tipo auxinas y giberelinas (Viera-Arroyo, 2020; Cruz-Cárdenas *et al.*, 2021).

Tamayo-Isaac *et al.*, (2023) determinaron que la microbiota bacteriana de la rizosfera de la caña de azúcar usando diferentes dosis de nitrógeno estuvo principalmente compuesta por Acidobacteriota (26.7%), Actinobacteriota (19.1%), Proteobacteria (16.2%), Firmicutes (15.1%), Myxococcota (5.3%), Plantomycetota (4.7%), Methylospirillum (3.0%), Gemmatimonadota (2.3%), Chloroflexi (2.0%) y Bacteroidota (1.6%). Siendo los primeros cuatro grupos los más dominantes representando más del 70% de la abundancia relativa de las comunidades bacterianas.

Cortés *et al.*, (2018) determinaron la presencia de bacterias relacionadas con el género *Clostridium*, nueve con *Bacillus*, seis con *Enterococcus*, dos con *Lysinibacillus*, una *Citrobacter*, *Arthrobacter* y *Pseudomonas* en suelos sembrados de caña de azúcar en la Cuenca del Papaloapan, México.

Conclusiones

En conclusión, de las dos técnicas empleadas en este experimento la que mejor resultados arrojó tanto de población como diversidad fue la técnica de cuenta viable por dilución seriada, ya que, se pudo observar de manera específica la población de microorganismos por medio del número de UFC y permite determinar la diversidad de microorganismos en medios de cultivo específicos para bacterias, hongos y actinomicetos, además, se tiene la posibilidad de aislar las UFC de nuestro interés para establecer estudios específicos. Por otra parte, la técnica de portaobjeto enterrado, es de utilidad, si se desea conocer las formas microscópicas de los microorganismos que estén bajo estudio.

Referencias y Bibliografía

- Abakumov E. V., Cajthaml T., Brus J., & Frouz J. (2013). *Humus accumulation, humification, and humic acid composition in soils of two post-mining chronosequences after coal mining*. Journal of Soils and Sediments 2013; 13: 39–59. <https://doi.org/10.1007/s11368-012-0579-9>
- Ayan, L. R., Coutiño, P. M., González, M. M., Vázquez, R. L., & Hernández, F. G. (2021). *Microorganismos del suelo y sus usos potenciales en la agricultura frente al escenario del cambio climático*. Magna Scientia UCEVA, 1(1), 104-117. <https://doi.org/10.54502/msuceva.v1n1a14>
- Aquiahuatl R.M.A., Sepúlveda V.T., Vives R.F., Gonzalez S.M., Barragan P.L.A., & Matsumoto S.K. (2010). *Manual de prácticas del laboratorio de microbiología general*. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. México. 29 p.
- Cortés-López, N. G., Sachman-Ruiz, B., Montor-Antonio, J. J., Miranda-Sánchez, F., Alcántara-Hernández, R. J., & Moral, S. D. (2018). *Starch- and cellulose-related microbial diversity of soil sown with sugarcane crops in the Papaloapan Basin, a megadiverse region of Mexico*. Nova scientia, 10(20): 222-243. <https://doi.org/10.21640/ns.v10i20.1314>
- Cruz-Cárdenas, C. I., Zelaya Molina, L. X., Sandoval Cancino, G., Santos Villalobos, S. D. L., Rojas Anaya, E., Chávez Díaz, I. F., & Ruíz Ramírez, S. (2021). *Utilización de microorganismos para una agricultura sostenible en México: consideraciones y retos*. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 12(5), 899-913. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i5.2905>
- Escobar E. N., Mora D. J., & Romero J. N. J. (2012). *Identificación de poblaciones microbianas en compost de residuos orgánicos de fincas cafeteras de Cundinamarca*. Boletín Científico Museo de Historia Natural. 16 (1): 75 – 88. ISSN 0123 – 3068.
- Hernández-Gómez, L. M., Salgado-García, S., Gómez-Leyva, J. F., Córdova-Sánchez, S., Ramírez-May, A. G., Aranda-Ibañez, E. M., & Or-

- tiz-García, C. F. (2020). *Diagnóstico sobre las bacterias rizosféricas asociadas al cultivo de caña de azúcar (Saccharum spp.)* Agroproductividad: 13(4): 33-39. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1592>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2010). *Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Cárdenas, Tabasco*. 8 p.
- Madigan T. M., Martinko M. J, Bender S. K., Buckley H. D., & Stahl A. D. (2015). *Brock. Biología de los microorganismos*. 14ª edición. Ed. Pearson. Madrid. 1132 p.
- NOM-021-SEMARNAT-2000. (2000) *Norma oficial mexicana que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudios, muestreos y análisis*. Diario Oficial de la Federación. México. 67 p.
- Pérez, E. G. E., Hidalgo, E. C., Robles, C., Gallegos, V. M., Martínez, G. M. S., & Rodríguez-Ortiz, G. (2023). *Indicadores de calidad como herramientas útiles para evaluar el estado de la fertilidad del suelo*. Revista Mexicana de Agroecosistemas, 10(1); 49-67. <https://doi.org/10.60158/rma.v10i1.376>
- Salgado G.S., Palma-López D.J., Lagunes E.L.C., Ortiz G.C.F., & Ascensio R.J.M. (2005). *Bases para generar un programa sustentable de fertilización en un Ingenio de Tabasco, México*. Interciencia. 30(7): 395-403 pp.
- Tamayo-Isaac, M., Piñón-Gómez, D. D. R., Ramos-Tapia, I., Pablos-Reyes, P. D., Puchades-Izaguirre, Y., Soto-Winckler, J., Barbosa-García, R., Reynosa-Rodríguez, G. & Paneque, M. (2023). *Diversidad microbiana en estudios de fertilización mineral de larga duración en caña de azúcar*. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 26(2): e2511. 1-11. <https://doi.org/10.31910/rudca.v26.n2.2023.2511>
- Viera-Arroyo, W. F. (2020). *Rol de los microorganismos benéficos en la Agricultura Sustentable*. Journal of the Selva Andina Biosphere, 8(2), 67-68. <https://doi.org/10.36610/jsab.2020.080200067>



Caracterización de Unidades de Producción Pecuarias en el municipio de Palenque, Chiapas

Abstract:

The purpose of this research work was to identify the qualities and problems existing in the productive system of livestock production units belonging to the Local Livestock Association of Palenque, Chiapas, where the study was carried out during the months of February-May 2024, having as its main objective the characterization of the productive system by identifying technical-economic factors that are outstanding in the production unit. Livestock production systems focus especially on species with export potential or with greater national consumption, species such as cattle, pigs, birds, horses, sheep, goats and even buffalo species. To carry out this objective, a series of questionnaires were implemented for producers in order to become aware of the conditions in which the production units are located and subsequently suggest areas for improvement. In addition to knowing the different areas of the UPP, which will allow us to improve future decision-making for the well-being of the unit and to know that with the level of education and experience that the manager has, he can deal with situations that may become serious, both for the improvement of the UPP and for the economy of the producer, who thanks to the productive records and the economic and moral support of the family have had results in the profitability of the UPP.

Keywords: Livestock, Systems, Livestock production, Jungle production

Constantino-Cabrales J. G.¹

Cruz-Clemente G. de J.^{2,*}

Cabrera-Pascacio M. A.²

Salvador-Hernández M.²

¹Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, Carretera Catazajá-Palenque Km.4 C.P. 29980, Catazajá, Chiapas. EMVZ.

²Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, Carretera Catazajá-Palenque Km4. C.P. 29980, Catazajá, Chiapas. Grupo de Investigación “Sistemas Tropicales de Producción Agropecuarios (STPA)”.

*Autor de correspondencia
Cruz-Clemente G. de J.
guadalupe.cruz@unach.mx

Fecha de envío: 03/10/2024

Resumen

El presente trabajo de investigación tenía como finalidad identificar las cualidades y problemas existentes en el sistema productivo de unidades de producción pecuaria pertenecientes a la Asociación Ganadera Local de Palenque, Chiapas, donde el estudio se realizó durante los meses febrero-mayo de 2024, teniendo como objetivo principal la caracterización del sistema productivo identificando factores técnico-económicos que sean sobresalientes en la unidad de producción. Los sistemas de producción pecuaria se enfocan especialmente en especies con potencial de exportación o con mayor consumo nacional, especies como bovinos, porcinos, aves, equinos, ovinos, caprinos e incluso especies bufalinas. Para llevar a cabo dicho objetivo, se implementó una serie de cuestionarios aplicados a los productores con el fin de percatarnos de las condiciones en las que se encuentran las unidades de producción y posteriormente sugerir áreas de mejora. Además de conocer las diferentes áreas de la UPP, que nos permitirá mejorar la toma de decisiones futuras para el bienestar de la unidad y saber que con el grado de escolaridad y la experiencia con la que cuenta el manejador puede hacer frente a situaciones que puedan tornarse graves, tanto para el mejoramiento de la UPP, como para la economía del productor, que gracias a los registros productivos y el apoyo económico

y moral de la familia han tenido resultados en la rentabilidad de la UPP.

Palabras clave: Ganadería, Sistemas, Producción pecuaria, Región Selva

Introducción

En las actividades ganaderas se incluyen una variada gama de sistemas productivos, desde los muy tecnificados hasta los de autoconsumo en zonas rurales marginadas y mu marginadas. Esto se refiere a los sistemas que operan con diferentes fines productivos que adquieren diversas formas de inversión y acumulación de capital. (Rodríguez *et al.*, 2008). Los sistemas de producción pecuarios se enfocan básicamente en especies que tienen potencial de exportación o con mayor consumo nacional, refiriéndonos a especies como bovinos, porcinos, aves, peces y en menor porcentaje especies bufalinas, caprinos, ovinos y conejos, además de la crianza de animales de trabajo y explosión, que es el caso de los equinos, mulares y asnales. (Hoyos *et al.*, 2021). Los sistemas de producción predominantes en el trópico son el sistema extensivo, en este sistema la alimentación de los animales es a base de pastoreo continuo y rotacional (Román *et al.*, 2013). La ganadería se maneja con diferentes fines productivos para generar capital a medianos y grandes productores e incluso hasta subsistencia de



pequeños productores, además se relaciona con la diversidad de parámetros que se emplean en una unidad de producción. (Maicelo *et al.*, 2017). La ganadería se considera como una de las actividades pecuarias principales para la producción de alimentos para el consumo humano, donde la producción se realiza aprovechando recursos naturales en más del 50% del territorio. (Durán *et al.*, 2001). La importancia de la producción de alimentos de origen animal para el hombre ha sido siempre factores insustituibles en la conservación de los estados físicos y mentales del ser humano, que le proporcionan al hombre satisfacción fisiológica. (Pérez, 2018). Una de las problemáticas que más destacan los sistemas de producción son los bajos índices productivos, reproductivos y la rentabilidad de la UPP a causa de una inadecuada administración. (Bautista *et al.*, 2019); además de no contar con registros de ninguna índole, que no permite

planear estratégicamente la mejora productiva, por ello, el objetivo del presente estudio fue analizar el sistema productivo, identificando factores técnico-económicos que distinguen a las unidades de producción pecuaria (UPP) en la Región Norte del estado de Chiapas, con la finalidad de identificar las diferentes áreas que las integran, conocer los mecanismos de relevo generacional e identificar las áreas de mejora de la unidad de producción.

Material y Métodos

1. Área de estudio.

La investigación se desarrolló en unidades de producción pecuaria del municipio de Palenque, ubicado en el corazón del sureste de México, al noroeste del estado de Chiapas, en una zona de selva tropical alta con un clima Cw (Templado con lluvias en verano; y una temperatura media de 2°C y picos de 36°C. (Figura 1). (GOBMEX, 2020).



Figura 1. Ubicación del municipio de Palenque, Chiapas.

2. Diseño experimental.

Los criterios utilizados para la selección de las UPP es que fueran: 1) productores de Palenque, Chiapas, 2) Fueran productores pecuarios activos, socios de la Asociación Ganadera Local de Palenque, lo cuales 20 de ellos cumplieron los criterios y fueron recomendados por autoridades con mayor experiencia. Esto sirvió para generar una muestra no probabilística, que se denominó grupo de sujetos-tipos (Hernández-Sampieri *et al*, 2014). Para la obtención de información se elaboró un instrumento que consto de 108 preguntas estructuradas, integradas por las siguientes secciones: 1) Información del productor, 2) Datos generales del productor, 3) Información social, 4) Información de la unidad productiva, 5) Asistencia técnica, 6) Información zootécnica, 7) Inventario, 8) Datos genéticos, 9) Prácticas de manejo, 10) Registros, 11) Manejo sanitario, 12) Manejo reproductivo, 13) Manejo alimenticio y 14) Comercialización. El instrumento se validó a través de una prueba piloto, la que se aprobó por expertos (profesores investigadores de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH). Posterior a la aplicación del instrumento, la información generada se compiló en una hoja de cálculo, se codificó y clasificó en respuestas abiertas y cerradas (donde sí=1 y no=2). Las variables estudiadas se describen en el Cuadro 1.

3. Análisis de datos.

Para el análisis de datos generados, se utilizó estadística descriptiva y se elaboró una clasificación de tamaño de la unidad productiva (UPP), de acuerdo a la superficie de la UPP en hectáreas, el tamaño se clasifica (donde 0-85=UPP pequeña, 86-200= UPP mediana y 201-400= UPP grande). Además de expresar los resultados en el aspecto económico se utilizó como referencia el peso mexicano siendo la moneda de uso en el territorio donde se realizó la investigación. Las variables de estudio se analizaron mediante análisis de varianza (ANDEVA) con $P < 0,05$, con base en los aspectos sociales, culturales, técnicos y económicos, e incluyó como único factor de variación el tamaño de dichas unidades. Se utilizó la prueba de Tukey-Kramer para la comparación de medias. El programa utilizado fue el InfoStat ver. 2020e (Di Rienzo *et al*, 2020).

Resultados y Discusiones

1. Perfil sociodemográfico de productores.

edad promedio de los productores es de 58.90 ± 3.11 , resaltando que los productores con una unidad de producción de tamaño grande son los que tienen más experiencia en el manejo de la ganadería (44.62 ± 5.75), al igual que mayor grado de escolaridad (15.00 ± 2.12) (Cuadro 1). En contraste se observó que, en



Tabasco, la tendencia que se mantiene es donde lo productores tienen una edad de 54.5 años, con grado de escolaridad donde el 52% de los productores tienen nivel escolar primaria y el 21% cuenta con estudios de licenciatura, el grado de escolaridad que manejan los productores tiene una relación importante con el grado de adopción de tecnología, los productores con baja escolaridad tienen escasa adopción de tecnología. Así mismo, el 27% restante de los productores son analfabetos o cuentan únicamente con educación primaria. (Granados, 2018) & (Salas-González *et al.*,

2013). Mientras que en el estado de Chiapas la edad promedio de los productores es de 50 años con un nivel de estudios hasta sexto de primaria, que permite aislarse de actividades actualizadas para el mejoramiento de la unidad de producción. (Orantes *et al.*, 2014). En relación a lo observado en las UPP de Palenque, se tiene la posibilidad de que esta actividad económica presenta características que permitan la mejora de manera positiva, debido a que tienen más posibilidades de emplear nuevas tecnologías o ideas frescas para la mejora de la unidad de producción tomando como base el nivel educativo de los manejadores de las UPP.

Tamaño de UPP*	Edad en años	Años de experiencia	Escolaridad del manejador
Grande	63.75±5.20	44.62±5.75	15.00±2.12
Mediano	56.33±5.46	30.83±4.56	12.66±1.96
Pequeño	55.00±4.60	36.83±5.96	12.16±1.64
Total, general	58.90±3.11	38.15±3.47	13.45±1.17

* UPP = Unidades de Producción Pecuaria.

Cuadro 1. Media ± E.E de la edad, años de experiencia y escolaridad de los productores de la UPP en Palenque, Chiapas.

2. Grado de escolaridad de ganaderos.

La escolaridad promedio de los productores se dividen de la siguiente manera: donde el 95% de los dueños de la UPP cuentan con una escolaridad desde primaria hasta doctorado, mientras que el otro 5% de productores se dedicaron únicamente al trabajo de campo, manteniendo su UPP de

acuerdo a los conocimientos empíricos que en base a la experiencia y práctica de la actividad han desarrollado. (Figura 2). A diferencia, que, en el estado de Sonora, mencionan que se continúa una tendencia en donde los productores tienen como último grado de estudios al menos la primaria,

situación que se puede llegar a complicar al momento de realizar la toma de decisiones, porque debido a la falta de conocimientos se pueden cometer ciertas eventualidades donde presenten riesgos para el crecimiento de la unidad de producción. (Ramírez *et al.*, 2019). Situación similar a la que se presenta en Palenque Chiapas, es la que reportó González y colaboradores en el 2022. donde se confirma que en la Huasteca Veracruzana un 13.37 ± 0.96 de los productores encuestados son los

que tienen al menos principios de licenciatura, donde la escolaridad de los ganaderos son factor importante para determinar el grado de adopción de prácticas tecnológicas a emplear en las unidades de producción. (González *et al.*, 2019). En la ganadería en Palenque, Chiapas se observa que particularmente el nivel educativo ha incrementado al pasar de los años, esto se presume como un efecto multifactorial, resaltando la presencia en la última década de institución agropecuaria y particularmente encaminadas a la medicina veterinaria.

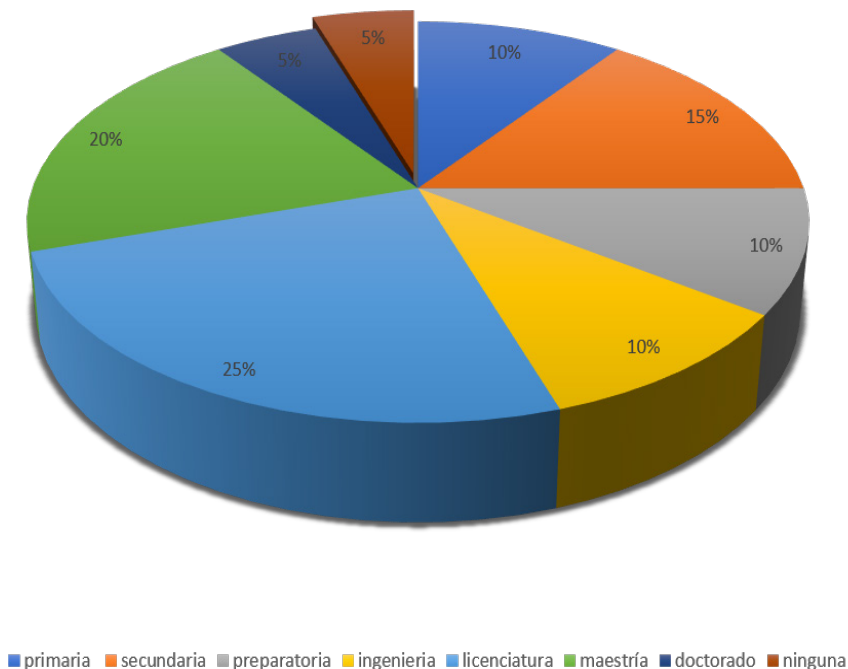


Figura 2. Comportamiento del nivel educativo en las UPP de Palenque, Chiapas.

3. La ganadería no tiene género

El papel de la mujer en la ganadería presenta un porcentaje mínimo (10%) de estar al mando de una UPP, por consecuente, quien ocupa el mayor lugar para el manejo de una ganadería es el hombre (90%). En las unidades de producción de Palenque, Chiapas, el encargado de llevar el control total de su ganadería es el varón. La contribución a la ganadería de mujeres 16% y 98.5% de los hombres no consideran importante el papel de la mujer en la ganadería. Observando la figura No. 3 nos podemos percatar que es el hombre quien desempeña exclusivamente todas las áreas de la ganadería. (Torres *et al*, 2016).

Gallo y Crespi en el 2013 reiteran que el papel de la mujer en Uruguay es específicamente para hacerse cargo de los trabajos domésticos, mientras que el varón es el encargado de llevar a cabo los deberes de la unidad de producción, donde, además, son los únicos con autoridad para la toma de decisiones (Gallo & Crespi, 2013). En una comunidad de Perú la participación de la mujer se mantiene con un porcentaje bajo (18,6%) (Quispe *et al.*, 2022). La tendencia a nivel nacional como internacional es la misma donde son los hombres en mayor proporción quienes se encargan del manejo de las UPP, las UPP de Palenque siguen la misma tendencia

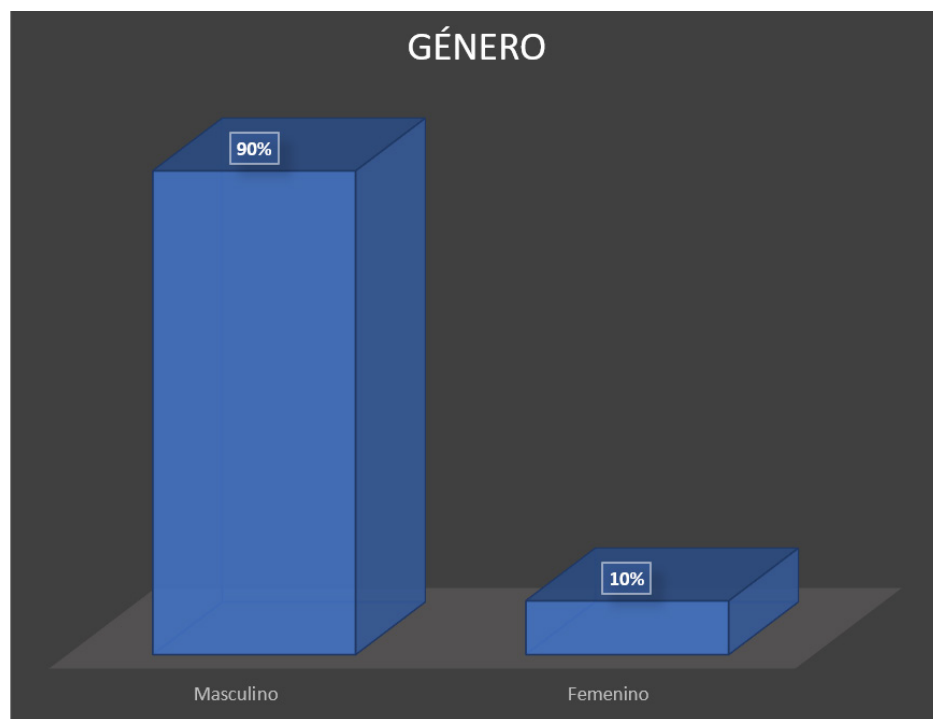


Figura 3. Distribución de la propiedad de las UPP en relación al género en Palenque, Chiapas.

4. Aportación económica en las familias ganaderas.

En relación al sustento de las Unidades de Producción Pecuarias en Palenque, Chiapas se observó que aportan económicamente en la familia de acuerdo el tamaño de UPP, y el número de integrantes de la familia, tomando de ejemplo el Tamaño de la UPP grande y pequeña, notamos una similitud que entre 3 y 4 personas miembros de la familia es una persona quien aporta económicamente. Capulín y colaboradores en el 2016 mencionan que los modelos de familia han sido modificados, pues últimamente los encargados de llevar ingresos económicos a la familia, son los jefes del hogar, mientras que la esposa y/o madre es

la encargada de las labores, situación similar a la que se presenta en el municipio de Palenque Chiapas. Donde en una familia de 3 personas, es únicamente el padre quien se encarga de la economía familiar (Capulín *et al.*, 2016). En una comunidad denominada “Latacunga” originaria de Ecuador el 87,58% de los productores encuestados consideran que la ganadería es la actividad principal para el desarrollo económico de la familia, pues en base a esto, ellos pueden darle una mejor calidad de vida además de complementar con otras actividades, mientras que el 12,42% afirmó que ellos realizan otras actividades económicas que les generan mejores ingresos. (Chacha, 2023).

Tamaño de UPP*	Integrantes en la familia	Integrantes que aportan económicamente a la UPP*
Grande	3.87±0.69	1.37±0.24
Mediano	5.166±1.18	2.16±0.72
Pequeño	4.16±0.28	1.83±0.15
Total general	4.35±0.47	1.75±0.25

* UPP = Unidades de Producción Pecuaria

Tabla 2. Media ± E.E del número de integrante de la familia y de los que aportan económicamente para el sustento de la UPP de Palenque, Chiapas.

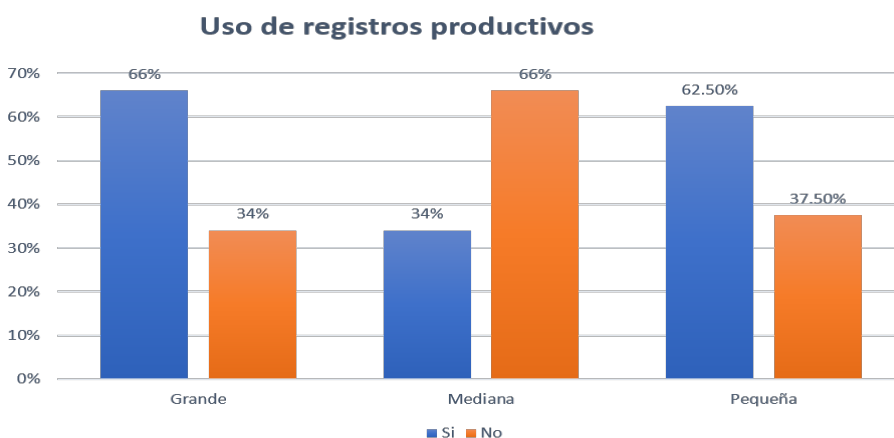


Figura 4. Porcentaje de productores que utilizan registros productivos.

5. Uso de registros productivos.

Conforme a las encuestas aplicadas, el resultado tiene una variación de productores que, si emplean registros productivos en su unidad de producción, donde podemos encontrar cierta similitud entre una unidad de producción grande y una pequeña, dando a entender que, en Palenque Chiapas los productores con UPP grande y pequeña sí consideran que los registros son de vital importancia para el mejoramiento productivo de su ganadería. Guevara y coautores en el 2009 describen que los registros productivos son esenciales para el manejo de los animales, y es fuente de información para tomar decisiones sobre acciones futuras. (Guevara *et al.*, 2009). Además, Guevara en el mismo año explica que el uso de los registros productivos se ven implicados en el proceso de concientización por parte del productor y la necesidad de llevar de manera controlada y planificada las actividades diarias de la ganadería, de modo que de acuerdo a los resultados se logre el mejoramiento del proceso de la UPP. (Guevara *et al.*, 2009). Además, una problemática similar a la de Palenque es la que se presenta en Guayaquil, Ecuador, donde en las ganaderías extensivas, por ciertos motivos los productores no usan ningún tipo de registro, convirtiéndose así en una producción la cual no conoce su rentabilidad. (Moreno & Arroyave, 2019). La falta de registros productivos es lo que se presenta de igual manera en el Distrito de Desarrollo Rural 151 del estado de Tabasco, donde el 62% de los productores no acostumbran

a llevar a cabo registros para mejorar la rentabilidad de su ganadería. (Granados *et al.*, 2018). El uso de los registros productivos de una unidad de producción es de vital importancia para la toma de decisiones futuras a emplear en el área productiva.

6. Principal ocupación del productor.

La ocupación que predomina en los productores es la de un ganadero que se encuentra de tiempo completo dedicado a su ganadería, con un porcentaje máximo de (30%), mientras que las demás actividades tienen menor porcentaje de ocupaciones ajenas a la ganadería, pero similares a la actividad agropecuaria. (Figura 5). Se encontró que, en Tierra Caliente, Michoacán el 60% de los productores tienen ingresos debido a las actividades de agricultura y ganadería, mientras que el otro 40% la ganadería es su única fuente de ingreso. (Villa *et al.*, 2008). Mientras tanto, en el estado de Morelos el 85% de los ingresos provienen de otras actividades agropecuarias, de las cuales la ganadería de DP aporta un 70% y el 15% restante proviene de actividades agrícolas. (Chalate *et al.*, 2010). Según Quispe y colaboradores en 2022 la ganadería es la ocupación principal en fincas ganaderas de Perú, seguidas de actividades como ejercicio profesional, otra actividad productiva, comercio o transporte. (Quispe *et al.*, 2022). Existe un área de oportunidad en la incursión de mejoras en la actividad pecuaria en apoyo de la disposición e interés en incursionar en la actividad pecuaria.

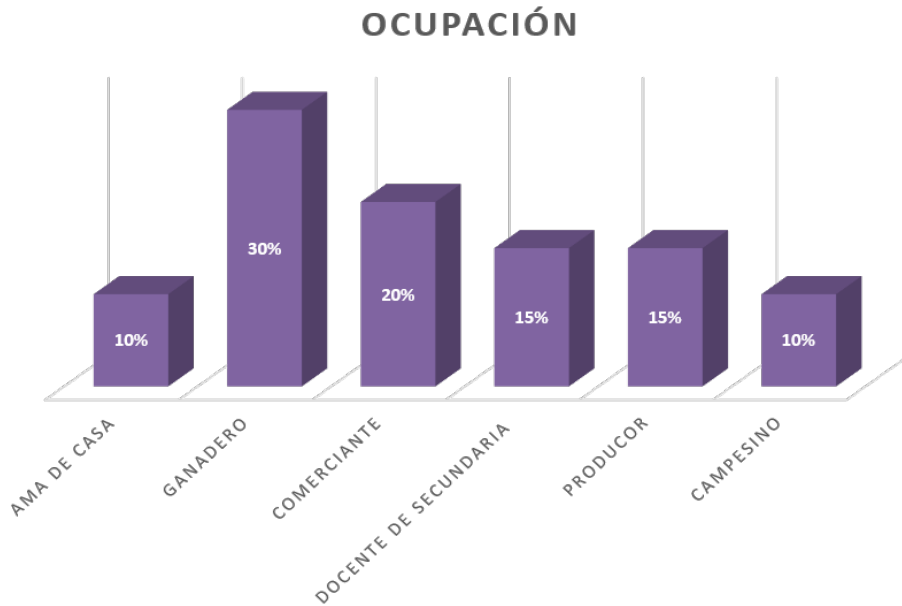


Figura 5. Ocupaciones principales de los productores.

7. Carga familiar de los ganaderos de Palenque, Chiapas.

La carga familiar que predomina en los ganaderos de Palenque Chiapas es de 4 a 5 personas (50 por ciento), seguido de 1 a 3 personas (35 por ciento) y el restante de 6 a más personas, con un equivalente del 15 por ciento. (Figura 6). Situación diferente a la que se presenta en el municipio de Oxapampa Perú, donde el total de

carga familiar que predomina en las ganaderías es de 1 a 3 personas. (Sánchez *et al.*, 2019). Siendo esto un importante dato para seguir con la costumbre del releve generacional, que es a los hijos de los productores quienes serán los próximos encargados de la rentabilidad de la unidad productiva.

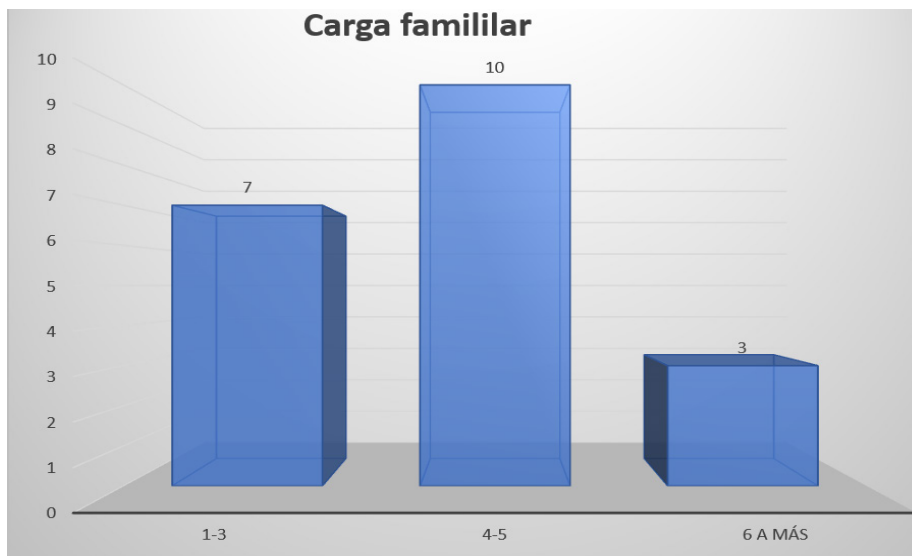


Figura 6. Carga familiar de los ganaderos.

Conclusiones

Las Unidades de Producción Pecuaria en Palenque, Chiapas son manejadas básicamente por hombres, con alto nivel educativo y una edad avanzada, pero con una importante presencia del relevo generacional, lo que plantea un futuro positivo en la mejora del manejo y la productividad de la UPP, la participación de los integrantes de la familia y el llevar a cabo registros productivos de las unidades de producción es de importancia para tener mejores ingresos económicos y poder mejorar la rentabilidad de las ganaderías. La principal ocupación de los productores es la ganadería, actividad primaria para ellos, donde dependen de la ganadería para poder obtener los recursos y sostener la carga familiar que se presenta, donde la mayoría de las familias es de 4 a 5 personas.

Referencias y Bibliografía

- Bautista-Martínez, Y., Herrera-Haro, J. G., Espinosa-García, J. A., Martínez-Castañeda, F. E., Vaquera-Huerta, H., Morales, A., & Aguirre-Guzmán, G. (2019). Caracterización económico-productiva del sistema bovino doble propósito en tres regiones tropicales de México. *Información Técnica Económica Agraria*, 115(2).
- Capulín, R. G., Otero, K. Y. D., & Reyes, R. P. R. (2016). *El concepto de familia en México: una revisión desde la mirada antropológica y demográfica*. Ciencia ergo-sum, Revista científica Multidisciplinaria de Prospectiva, 23(3), 219-228.
- Chacha Iza, K. R. (2023). *Producción ganadera y el desarrollo económico en la parroquia de Toacaso del cantón Latacunga* (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Contabilidad y Auditoría. Carrera de Economía).
- Chalate-Molina, H., Gallardo-López, F., Pérez-Hernández, P., Paul Lang-Ovalle, F., Ortega-Jiménez, E., & Vilaboa Arroniz, J. (2010). *Características del sistema de producción bovinos de doble propósito en el estado de Morelos, México*. Zootecnia tropical, 28(3), 329-339.
- Cruz-Clemente, G. J., Estrada-León, R. J., Sierra-Vásquez, A. C., Severino-Lendechy, V. H., Piñeiro-Vázquez, A. T., Bojórquez-Cat, J. C. (2024). *El bovino criollo de Nunkiní, Campeche, México un recurso zoo-genético en riesgo*. Agronomía Mesoamericana, 35, 54368. <https://doi.org/10.15517/am.2024.54368>
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2020). *InfoStat (versión 2020)*. Universidad Nacional de Córdoba.
- Durán, G. V., Medina, A. B., & Prado, L. O. (2001). *La ganadería en México* (Vol. 5). Plaza y Valdés.
- Gallo, A., & Crespi, I. P. (2013). *Estrategias sucesorias en la ganadería familiar. Un enfoque de género*. Revista de Ciencias Sociales, 26(32), 17-34.
- Gobierno del Estado de México, (2020). *Palenque, Chiapas*. Recuperado en: <https://www.gob.mx/sectur/articulos/palenque-chiapas>
- González, A. A., Beltrán, A. H., Morales, M. B., Herrera, D. I. M., Acosta, P. C., Andrade, A. R., & Mancera, B. D. (2022). *Caracterización y tipificación tecnológica del sistema de bovinos doble propósito de la Huasteca Veracruzana México*. Revista MVZ Córdoba, 27(2), 6.

- Granados-Rivera, L. D., Quiroz-Valiente, J., Maldonado-Jáquez, J. A., Granados-Zurita, L., Díaz-Rivera, P., & Oliva-Hernández, J. (2018). *Caracterización y tipificación del sistema doble propósito en la ganadería bovina del Distrito de Desarrollo Rural 151, Tabasco, México*. *Acta universitaria*, 28(6), 47-57.
- Guevara, L., Castillo, E., & Roa, N. (16 de Enero de 2009). *Uso de registros y manejo de la información en la Ganadería Doble Propósito de Venezuela*. Recuperado de Engormix.com: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/uso-registrosmanejo-informacion-t27802.htm>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Muestreo en la investigación cualitativa*. En R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, & P. Baptista Lucio (Eds.), *Metodología de la investigación* (6ª ed., Capítulo 13, pp. 382–387). McGraw-Hill Education.
- Hoyos-Patiño, J. F., Hernández-Villamizar, D. A., & Velásquez-Carrascal, L. (2021). *Condiciones de bienestar en sistemas de producción animal*. Available at SSRN 4182002
- Leos-Rodríguez, J. A., Serrano-Páez, A., Salas-González, J. M., Ramírez-Moreno, P. P., & Sagar-naga-Villegas, M. (2008). *Caracterización de ganaderos y unidades de producción pecuaria beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México*. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 5(2), 213-230.
- Maicelo, J. L. & Bardale, J. (2017). *Caracterización de los sistemas de producción y formulación de indicadores de adaptabilidad del ganado bovino Simmental-Fleckvieh, región Amazonas*. *Revista de Investigación en Ciencia y Biotecnología Animal*.
- Orantes-Zebadúa, M. Á., Platas-Rosado, D., Córdova-Avalos, V., los Santos-Lara, D., del Carmen, M., & Córdova-Avalos, A. (2014). *Caracterización de la ganadería de doble propósito en una región de Chiapas, México*. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 1(1), 49-58.
- Quispe Ccasa, H. A., Canto Saenz, F. M., Ampuero Trigoso, G., Feijoo Narvasta, S. G. W., & Human Fuertes, E. (2022, December). *Caracterización del sistema productivo de fincas ganaderas de las provincias Tambopata y Tahuamanu, Madre de Dios, Perú*. In urn: issn: 2521-9715. Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia.
- Román-Ponce, S. I., Ruiz-López, F. D. J., Montaldo, H. H., Rizzi, R., & Román-Ponce, H. (2013). *Efectos de cruzamiento para producción de leche y características de crecimiento en bovinos de doble propósito en el trópico húmedo*.
- Salas González, J. M., Leos Rodríguez, J. A., Sagar-naga Villegas, L. M., & Zavala-Pineda, M. J. (2013). *Adopción de tecnologías por productores beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México*. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 4(2), 243-254.
- Sánchez Gamarra, J. M. (2019). *Caracterización de los sistemas de producción de vacunos para el desarrollo ganadero en el distrito de Oxapampa-Pasco*.
- Torres, Y., de Pablos Heredero, C., Morantes, M., Rangel, J., Espinosa, J. A., Angón, E., & Martínez, A. G. (2016). *El papel de la mujer en la explotación de ganado bovino de doble propósito en Ecuador*. *Archivos de zootecnia*, 65(251), 309-314.



Villa, C. I., Tena, M. J., Tzintzun, R., & Val, D. (2008). *Caracterización de los sistemas ganaderos en dos comunidades del municipio de Tuzantla de la región de Tierra Caliente, Michoacán*. *Avances en investigación agropecuaria*, 12(2), 45-58.

Comparación del potencial de germinación de esquejes de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*) en relación al tamaño y proceso de selección

Abstract:


*Cassava, along with corn, sugar cane and rice, is a tropical crop with great impact and with a tendency to achieve greater relevance, due to its growing use in human and animal nutrition. The objective of this research was to compare the germination potential of cassava cuttings (*Manihot Esculenta Crantz*) in relation to size and selection process. The strains used were selected from the plant, classifying them based on two dominance characteristics: (T1) plants with one dominant stem (n= 50), T2 plants with two dominant stems (n= 50) and a control group (Gc), without selection (n=50). An experimental design with randomized blocks was used, in which three blocks were used, in three sampling periods, with five repetitions each. The Number of apical buds (NYA), Number of germinated buds (NYG) and Percentage of shoot germination (PGV) were measured as response variables. The average germination in selected rods, from 15 to 20 cm, corresponding to treatments 2 and 3, was 2.7 ± 1.2 germinated buds from 3.4 ± 1.5 apical buds per rod and 2.4 ± 0.8 germinated buds from 2.9 ± 1.4 buds apical buds per rod, in the control group (Gc) it was 3.6 ± 1.3 germinated buds from 8.4 ± 3.6 apical buds per rod. The germination percentage obtained was 42.85% (Gc), 79.41% (T2) and 82.75% (T3). According to the number of buds per rod and the germination percentage obtained in this research, in terms of technology transfer, we were able to standardize the propagation method by selected rods of 15 to 20 cm, with which plants can be obtained with the sufficient genetic quality and with the expected development of the plants.*

Keywords: crop, energy, nutrition, protein, tuber.

L.M. Morales-Crispín¹

 <https://orcid.org/0000-0002-9660-8365>

F. Rosales-Martínez^{2,*}

 <https://orcid.org/0000-0002-3008-6226>,


A.A. Morgado-Mortera¹

 <https://orcid.org/0009-0008-9480-4523>


R.M. Armenta-Ramos¹

 <https://orcid.org/0009-0006-8612-7708>

B.J. Luna-Domínguez¹

 <https://orcid.org/0009-0000-4979-5682>

E.J. Ramón-Hernández¹

 <https://orcid.org/0009-0000-4100-361X>

E.J. Acosta-Concha¹

 <https://orcid.org/0009-0004-5052-1522>

E.J. Molina-González¹

 <https://orcid.org/0009-0007-9442-0725>

E. Serrano-Xolo¹

 <https://orcid.org/0009-0000-1566-2785>

¹Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria, Universidad Veracruzana; Carretera Costera del Golfo km 220, Col. Agrícola Michapan. C.P. 96100, Acayucan, Veracruz, México.

²Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, Universidad Autónoma de Chiapas; Carretera Catazajá – Palenque, km 4. C.P. 29980, Catazajá, Chiapas, México.

*Autor de correspondencia
Froylan Rosales-Martínez
froylan.rosales@unach.mx

[52+(55)2294201144]

Fecha de envío: 08/octubre/2024



Resumen:

La yuca junto con el maíz, la caña de azúcar y el arroz, es un cultivo tropical de gran impacto y con tendencia a alcanzar mayor relevancia, debido al uso creciente en la alimentación humana y animal. El objetivo de esta investigación fue, comparar el potencial de germinación de esquejes de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*) en relación al tamaño y proceso de selección. Las varetas empleadas fueron seleccionadas desde la planta, clasificándolas en base a dos características de dominancia: (T1) plantas con un tallo dominante (n= 50), T2 plantas con dos tallos dominantes (n= 50) y un grupo control (Gc), sin selección (n=50). Se utilizó un diseño experimental con bloques al azar, en los que se utilizaron tres bloques, en tres periodos de muestreo, con cinco repeticiones cada uno. Como variables respuesta se midió el Número de yemas apicales (NYA), Número de yemas germinadas (NYG) y Porcentaje de germinación de vareta (PGV). La media de germinación en varetas seleccionadas, de 15 a 20 cm, correspondientes a los tratamientos 2 y 3, fue de 2.7 ± 1.2 yemas germinadas procedentes de 3.4 ± 1.5 yemas apicales por vareta y 2.4 ± 0.8 yemas germinadas procedentes de 2.9 ± 1.4 yemas apicales por vareta, en el grupo control (Gc) fue de 3.6 ± 1.3 yemas germinadas procedentes de 8.4 ± 3.6 yemas apicales por vareta. El porcentaje de germinación obtenido

fue de 42.85% (Gc), 79.41% (T2) y 82.75%(T3). De acuerdo al número de yemas por vareta y el porcentaje de germinación obtenido en esta investigación, en términos de transferencia de tecnología, pudimos estandarizar el método de propagación por varetas seleccionadas de 15 a 20 cm, con el cual, se pueden obtener plantas con la suficiente calidad genética y con el desarrollo esperado de las plantas.

Palabras clave: cultivo, energía, nutrición, proteína, tubérculo.

Introducción

La yuca (*Manihot esculenta Crantz*) junto con el maíz, la caña de azúcar y el arroz, es un cultivo tropical de gran impacto y con tendencia a alcanzar mayor relevancia, debido a su industrialización y al uso creciente en la alimentación humana y animal. Es una especie de importancia socioeconómica para los agricultores y consumidores, ya que constituye una de las fuentes de energía más importantes en las regiones tropicales y forma parte de la dieta de más de 100 millones de personas en el mundo, por lo que es necesario implementar su establecimiento en condiciones de agricultura amigable con el medio ambiente (Scott, 2002; Chaparro-Martínez y Trujillo-Pinto, 2003; Rivera, 2011; Combatt-Cabellero *et al.*, 2017). Es ampliamente cultivada en América Latina,

África tropical y Asia, es el alimento básico de casi mil millones de personas en 105 países, incluido México. Es, también, la fuente de almidón más barata que existe en el mundo, al ser utilizada en más de 300 productos industriales (FAO, 2008).

En México, las necesidades de carbohidratos de la población mexicana son cubiertas en su mayor parte por el maíz y en menor grado por productos como el arroz y el trigo; una pequeña parte de ellas se satisface con otros cereales y cultivos como la papa y el plátano. Seis estados cultivan yuca en escala comercial, entre los que se encuentran en orden de importancia Tabasco, Chiapas, Puebla, Oaxaca, Veracruz y Guerrero. No obstante, su importancia, es un cultivo que ha visto limitada su expansión en México, donde, en las últimas décadas, incluso ha disminuido en área y volumen producido (Padilla, 1991; Rivera-Hernández *et al.*, 2012). El estado de Tabasco ha sido principal productor de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) en México, lamentablemente, en los últimos años, ha perdido cerca un porcentaje considerable de la superficie dedicada a este cultivo (Rivera-Hernández *et al.*, 2012).

La yuca es uno de alimentos vegetales de mayor fuente de energía en el mundo, su cultivo se adapta a diferentes condiciones geográficas, por lo que es una importante reserva cuando hay malas cosechas de otros productos alimentarios,

ya que es sumamente útil en la elaboración de alimentos concentrados para animales (Aguilera-Díaz, 2012; Beovides *et al.*, 2014). Debido al potencial productivo de este cultivo, se planteó como objetivo de esta investigación comparar el potencial de germinación de esquejes de yuca (*Manihot Esculenta Crantz*) en relación al tamaño y proceso de selección.

Material y Métodos

1. Caracterización del área de estudio.

El estudio se realizó en el rancho “Los cocos” dedicado a la ganadería regenerativa con bovinos doble propósito, localizado en la comunidad de Emiliano Zapata, Municipio de San Juan Cotzocón, Mixe, Oaxaca. A 17° 30' 18" LN y 95° 13' 18" LO, a una altura de 105.14 ± 3.32 msnm, el clima es cálido-húmedo con abundantes lluvias, siendo los meses con menor precipitación marzo, abril y mayo. La precipitación media anual de 2,120 mm y la temperatura media anual es de 25 °C con la máxima de 27°C en mayo y mínima de 22 °C en diciembre.

2. Establecimiento del ensayo.

Las varetas o esquejes utilizados en esta investigación, proceden de un sistema de producción de yuca establecido anteriormente en dicho rancho. Posterior a un recorrido técnico, se determinó que, entre las problemáticas que presentaba el sistema, no existía un proceso de selección de las varetas a emplear para la siembra. A raíz de dicha observación, se propone establecer el trabajo para hacer la comparativa



en términos de germinación y productividad, de varetas seleccionadas desde la planta, clasificándolas en base a dos características de dominancia; 1) plantas con un tallo dominante ($n= 50$) y, 2) plantas con dos tallos dominantes ($n= 50$). Una vez seleccionadas las plantas, se cortaron los tallos para obtener varetas de entre 15 – 20 cm en promedio y posteriormente establecerlas en campo para su evaluación.

La siembra se realizó a una distancia de 1 m entre las hileras y 1 m entre varetas, colocando un esqueje por sitio, de 15 - 20 cm de longitud y diámetro variable, se sembró en forma diagonal al suelo. El material vegetativo de la yuca variedad SAT (cultivar Ceiba), se obtuvieron de plantas maduras de nueve meses de edad.

3. Diseño experimental

Para la evaluación de los datos experimentales se estableció el módulo de la siguiente manera: en un área de 480m², se realizaron tres grupos de accesiones para siembra, de acuerdo a las características de la planta para su selección como plantas donantes de esquejes, posteriormente, se establecieron varetas de 15 – 20 cm cada una (T2 y T3). El grupo control (Gc) consistió en varetas no seleccionadas y sembradas por el método tradicional empleado en el rancho. Se utilizó un diseño experimental con bloques al azar, en los que se utilizaron tres bloques, en tres periodos de muestreo, con cinco repeticiones cada uno.

3.1. Variables respuesta

- Numero de yemas apicales (NYA): Se contó el número de yemas apicales en cada vareta sembrada.
- Número de yemas germinadas (NYG): Se contó el número de brotes en cada vareta
- Porcentaje de germinación de vareta (PGV): Se determinó el porcentaje de brotación, contando el número de brotes germinados sobre el total y se multiplicó por 100.

Resultados y Discusiones

El tipo de vareta fue altamente significativo ($p \leq 0.0001$) para la variable Yema apical y para Yema germinal ($p \leq 0.0001$). En Yema apical, para la clasificación de siembra 1 se observó una media de seis yemas apicales por vareta, el doble que en el tipo de vareta 2 y 3 con menos de tres yemas apicales como se muestra en el Tabla 1. En Yema germinal, la clasificación de vareta 1 fue superior por 0.5 yemas germinales en relación a los tratamientos 2 y 3.

Con respecto a Yema apical, solamente la interacción tipo de vareta por surco y tamaño por vareta tuvieron efecto significativo ($p \leq 0.0001$). Para Yema germinal las interacciones tamaño de vareta por periodo, tamaño de vareta por surco y tamaño de vareta fueron estadísticamente significativas ($p \leq 0.0001$). Las medias estimadas se presentan en el Tabla 1.

Variable	Tipo de vareta		
	T1	T2	T3
<i>Yema apical</i>			
Periodo	6.4 ± 3.2a	3.6 ± 1.4a	3.0 ± 1.3a
Surco	7.6 ± 3.6a	3.3 ± 1.4b	2.4 ± 1.4c
Vareta	8.4 ± 3.6a	3.4 ± 1.5b	2.9 ± 1.4c
<i>Yema germinal</i>			
Periodo	3.4 ± 1.1a	2.2 ± 0.9b	2.4 ± 1.0c
Surco	3.8 ± 1.1a	2.5 ± 0.9b	2.3 ± 0.6c
Vareta	3.6 ± 1.3a	2.7 ± 1.2b	2.4 ± 0.8c

abc. Diferente literal por fila indica diferencia estadística (p ≤ 0.001).

Tabla 1. Media de yemas apicales y germinales de yuca SAT (*Manihot esculenta Crantz*) en tres tipos de vareta y tres periodos de muestreo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, la media de germinación en varetas seleccionadas de 15 a 20 cm correspondientes a los tratamientos 2 y 3, fueron 2.7 ± 1.2 yemas germinadas procedentes de 3.4 ± 1.5 yemas apicales por vareta y 2.4 ± 0.8 yemas germinadas procedentes de 2.9 ± 1.4 yemas apicales por vareta, respectivamente, comparado con el grupo control quienes emplearon varetas de 30 a 40 cm, obteniendo 3.6 ± 1.3 yemas germinadas procedentes de 8.4 ± 3.6 yemas apicales por vareta. El porcentaje de germinación obtenido fue de 42.85% (Gc), 79.41% (T2) y 82.75%(T3). Estos resultados coinciden con lo reportado por Bautista y Cruz (2014) quienes afirman que, de la calidad del material de siembra depende en gran parte el éxito en cultivos multiplicados vegetativamente. Añaden que este factor, es de los más importantes

en la producción, responsable no sólo del buen establecimiento del cultivo (enraizamiento de las estacas y brotación de las yemas), sino de su sanidad y producción (número de raíces comerciales por planta) por unidad de superficie en cada ciclo. Generalmente, una semana después de la siembra, se forman las primeras raíces a nivel de los nudos de las estacas, poco después, se forman los tallos aéreos y a los 10 a 12 días después de la siembra aparecen las primeras hojas. A los 15 días termina la fase de brotación (García & Baldioceda, 2003). Otro trabajo realizado por Mantilla (1984), reportaron porcentajes de emergencia a los 30 días de 84.3 y 98.4 % para estacas de 5 cm y 20 cm, respectivamente.

Incluso en una investigación realizada por Cedeño et al. (2020) tomando en cuenta la fase

lunar para obtener las estacas, compararon el porcentaje de prendimiento de estas desde los 15 días post-siembra, observaron que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, alcanzando un prendimiento del 100% en todos los tratamientos, lo cual sugiere que las fases lunares no influyeron en el prendimiento de las estacas y que estos resultados más bien sostienen que el porcentaje de prendimiento de la yuca está ligado principalmente a una buena selección del material de siembra (varetas), como se consiguió en esta investigación.

Conclusiones

De acuerdo al número de yemas por vareta y el porcentaje de germinación obtenido en esta investigación, en términos de transferencia de tecnología, se puede estandarizar el método de propagación por varetas seleccionadas de 15 a 20 cm, con el cual, se pueden obtener plantas con la suficiente calidad genética y con el desarrollo esperado de las plantas, las cuales servirán para producir una fuente forrajera alta en proteína de calidad, así como, raíz fresca como fuente de energía y sustituir la dependencia del maíz en la nutrición de vacas doble propósito.

Referencias y Bibliografía

- Aguilera-Díaz, M. M. (2012). La yuca en el Caribe colombiano: De cultivo ancestral a agroindustrial. Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional y Urbana; No. 158.
- Beovides G. Y., M. Milián J., O. Coto A., A. Rayas C., M. Basail P., A. Santos P., J. López T., V. R. Medero V., J. A. Cruz A., E. Ruíz D., D. Rodríguez P. (2014). Caracterización morfológica y agronómica de cultivares cubanos de yuca (*Manihot esculenta Crantz*). Cultivos Tropicales, Cuba. 35:50.
- Cedeño, S. L. M., Faubla, R. S., Vera, W. L. C., & Cedeño, A. M. G. (2020). Comportamiento vegetativo y productivo de yuca variedad INIAP Portoviejo 651 sembrada en diferentes fases lunares. *Revista ESPAMCIENCIA*, 11(1), 28-33.
- Chaparro-Martínez, E. I., & Trujillo-Pinto, G. (2003). Enfermedades virales en el cultivo de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) en algunos estados de Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 20(4), 461-467.
- Combatt-Cabellero, E. M., Polo-Santos, J. M., & Jarma-Orosco, A. D. J. (2017). Rendimiento del cultivo de yuca con abonos orgánicos y químicos en un suelo ácido. *Ciencia y agricultura*, 14(1), 57-64.
- FOA (2008). Yuca para la seguridad alimentaria y energética. Food and Agriculture Organization of the United Nations. En: <http://www.fao.org/newsroom/ES/news/.html>
- García, J. R., & Baldioceda, C. (2003). Efecto de seis densidades de siembra sobre el rendimiento de raíces tuberosas de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) Variedad Valencia. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria UNA, Facultad de Desarrollo Rural F.D.R.
- Mantilla, J. (1984). Propagación de yuca (*Manihot esculenta Crantz*): Alternativa para incrementar la tasa de multiplicación. Sidalc.net Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Padilla, F. L. (1991). El Cultivo de la Yuca en México. Mejoramiento genético de la yuca en América Latina, (82), 83.

Rivera H, J. F. (2011). La mosca de las agallas (*Jatrophia brasiliensis*) en el cultivo de yuca. *Revista de la Universidad de La Salle*, 2011(56), 277-288.

Rivera-Hernández, B., Aceves-Navarro, L. A., Juárez-López, J., Palma-López, D. J., González-Mancillas, R., & González-Jiménez, V. (2012). Zonificación agroecológica y estimación del rendimiento potencial del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en el estado de Tabasco, México. *Avances en investigación agropecuaria*, 16(1), 29-47.

Scott, S. (2002). La yuca en Colombia y el mundo: nuevas perspectivas para un cultivo milenario. La yuca en el Tercer Milenio: Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización, 327(1).

Diagnóstico morfológico de lesiones multisistémicas de tuberculosis bovina: compendio de hallazgos a la necropsia

Abstract:

Tuberculosis is a chronic infectious disease caused by species of the genus *Mycobacterium*, which affect almost all animal species. The direct correlation between *Mycobacterium bovis* infection in cattle and the disease in humans has been well documented. Conventional methods for identifying bovine tuberculosis include the tuberculin skin test and the comparative cervical test; however, the final diagnosis involves the sacrifice of the animal to analyze affected parts of the body through necropsy, identifying granulomatous lesions compatible with bovine tuberculosis, allowing for the appropriate taking of samples and establishing a diagnosis.

Keywords: bovine, health risk, symptoms, zoonotic diseases.

L.M. Morales-Crispín¹

 <https://orcid.org/0000-0002-9660-8365>

F. Rosales-Martínez^{2*}

 <https://orcid.org/0000-0002-3008-6226>

X.S. Ojeda-Meza¹

 <https://orcid.org/0009-0009-3962-7728>

D. Villalva-Cruz¹

 <https://orcid.org/0009-0000-7980-5378>

P. García-Gapi¹

 <https://orcid.org/0009-0002-2028-6504>


A.E. Tun-Rodríguez¹

 <https://orcid.org/0009-0002-2028-6504>

F. Ledezma-Cruz¹

 <https://orcid.org/0009-0006-5535-3649>


R. Hernández-Bautista¹

 <https://orcid.org/0009-0002-9819-5696>

P. Reyes-Céspedes¹

 <https://orcid.org/0009-0002-7358-8506>

R. Monroy-Hernández²

 <https://orcid.org/0000-0002-7799-8169>

¹Universidad Veracruzana. Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria. Carretera Costera del Golfo km 220, Col. Agrícola Michapan. C.P. 96100, Acajucan, Veracruz, México.

²Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad Maya de Estudios Agropecuarios. Carretera Catazajá – Palenque, km 4. C.P. 29980. Catazajá, Chiapas, México.

*Autor de correspondencia
Froylan Rosales-Martínez
froylan.rosales@unach.mx

[52+(55)2294201144]

Fecha de envío: 10/octubre/2024

Resumen

La tuberculosis es una enfermedad infectocontagiosa, de curso crónico ocasionada por especies del género *Mycobacterium*, que afectan a casi la totalidad de las especies animales. La correlación directa entre la infección por *Mycobacterium bovis* en el ganado vacuno y la enfermedad en humanos ha sido bien documentada. Los métodos convencionales de identificación de tuberculosis bovina abarcan la prueba cutánea de tuberculina y la prueba cervical comparativa, sin embargo, el diagnóstico final implica el sacrificio del animal para analizar partes afectadas del organismo mediante la necropsia, identificando lesiones granulomatosas compatibles con tuberculosis bovina, permitiendo la adecuada toma de muestras y concretar un diagnóstico.

Palabras clave: bovinos, enfermedades zoonóticas, riesgo sanitario, síntomas.

Introducción

En bovinos, es universalmente aceptado el gran valor de los estudios postmortem (Valdez-Martínez *et al.*, 1998), su práctica es fundamental para confirmar o corregir diagnósticos, ya que, en ocasiones el estudio postmortem (necropsia) es la única forma de llegar al diagnóstico correcto. En términos simples, por medio de la necropsia, se puede confirmar, refutar, aclarar, modificar o establecer un diagnóstico, así como corregir numerosos errores en la diagnosis si se

realiza una necropsia (Peixoto y Barros, 1998), misma que debe ser ordenada, sistemática y completa, para así extraer la mayor cantidad de información posible del cadáver, de tal forma que permita determinar la causa de la muerte o la participación de una patología concreta. Una necropsia realizada de forma correcta, además, permitirá la toma adecuada de la muestra (Morales *et al.*, 2017).

Para llegar a un diagnóstico es difícil, puesto que además de causas infecciosas, pueden estar implicados otros factores de diferente origen. Por ello, el envío de muestras al laboratorio para la confirmación de la etiología es una tarea obligada, a pesar del costo económico que ello supone (Moreno *et al.*, 2003). Es entonces que, la necropsia, es el método que permite determinar si hay posibles discordancias en el diagnóstico de causa de muerte por medio del estudio observacional, descriptivo y retrospectivo (González-Medina y Martínez-Natera, 2001).

La tuberculosis es una enfermedad infectocontagiosa, de curso crónico ocasionada por especies del género *Mycobacterium*, que afectan a casi la totalidad de las especies animales, siendo además una importante zoonosis distribuida en todo el mundo (Oriani *et al.*, 2011). Es un problema de salud pública y sigue siendo una de las enfermedades transmisibles más mortales, sobre todo asociada a la infección por el virus de la inmunodeficiencia



humana (VIH) (Pérez-Barragán y Manjarrez-Tellez, 2019).

La tuberculosis bovina (TB), es una enfermedad infecciosa crónica de los rumiantes producida por la bacteria *Mycobacterium bovis* (*M. bovis*) (Reyes *et al.*, 2018). La correlación directa entre la infección por *M. bovis* en el ganado vacuno y la enfermedad en humanos ha sido bien documentada, aunque la prevalencia real es subestimada. En general, la proporción de casos de TB humana a causa de *M. bovis* es baja en comparación con *Mycobacterium tuberculosis* (*M. tuberculosis*), pero su impacto potencial en los grupos de mayor riesgo no debería subestimarse por la repercusión en la morbilidad y mortalidad (Pérez-Barragán y Manjarrez-Tellez, 2019).

Los métodos convencionales de identificación de TB en animales vivos son invasivos. Éstos abarcan la prueba cutánea de tuberculina y la prueba cervical comparativa o el ensayo de liberación de interferón gamma como pruebas complementarias o de confirmación. Sin embargo, el diagnóstico final implica el sacrificio del animal para analizar partes afectadas del organismo mediante la necropsia, realizando cultivo en muestras de tejidos (Saenz, 2021).

Los casos de TB por *M. bovis* son cada vez más frecuentes, principalmente en poblaciones vulnerables. La TB causada por *M. bovis* es clínica, radiológica e histológicamente

indistinguible de la tuberculosis causada por *M. tuberculosis*; sin embargo, existen algunas diferencias respecto a *M. tuberculosis* que la hacen particular (Pérez-Barragán y Manjarrez-Tellez, 2019).

Si bien, la tuberculinización es la prueba diagnóstica oficial de la TB, es reconocida la existencia de resultados falsos positivos y falsos negativos (Oriani *et al.*, 2011), donde el diagnóstico morfológico de las lesiones en los órganos afectados, se convierte en una herramienta de apoyo para lograr un diagnóstico certero. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue describir los reportes de hallazgos a la necropsia, lesiones multisistémicas por tuberculosis en vacas, con relación falso negativo a la prueba de tuberculina.

Material y métodos

Los hallazgos reportados en este estudio se documentaron en la Cuenca lechera de Tizayuca, en el estado de Hidalgo. Corresponden a vacas lecheras de la raza Holstein de diferentes edades y número de parto. Los casos fueron documentados durante cuatro años. Se realizaron necropsias para obtener un diagnóstico de la causa de muerte, con ello, se llevó a cabo la revisión de los órganos de animales provenientes de hatos identificados como reactores a la prueba de tuberculina, identificando lesiones granulomatosas compatibles con tuberculosis. Se examinaron los diferentes sistemas como parte de la rutina de necropsia.

Resultados y discusión

Después de la revisión se encontraron lesiones en órganos como tráquea, bronquios, pulmones, corazón, diafragma, mesenterio, hígado, intestino, útero, glándula mamaria, riñón y nódulos linfáticos, entre otros.

1. Tuberculosis miliar

En la **Fig. 1a y 1b** se pueden observar los daños causados por tuberculosis miliar, los daños

se presentan a nivel de parénquima pulmonar, así como lesiones multifocales con algunas adherencias en la cavidad torácica. En este hallazgo se puede observar una diseminación en los ganglios linfáticos peribronquiales, en menor cantidad, en tejido óseo y grandes cantidades en el tejido pulmonar, como puede observarse, las lesiones más frecuentes se observan en las áreas dorsales con un ligero aumento de los ganglios linfáticos.

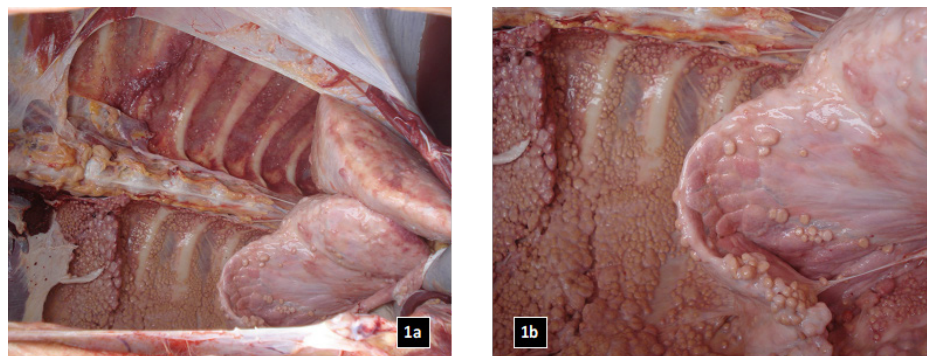


Figura 1a y 1b.

Tuberculosis miliar. Granulomas con exudado caseoso en pleura, parénquima pulmonar y lesiones multifocales con adherencias en cavidad torácica.

Las lesiones de tuberculosis miliar surgen como diseminación de focos vecinales como ganglios linfáticos peribronquiales, focos en tejido óseo o más común, de tejido pulmonar (Lozano-Alarcón *et al.*, 2018). Aunque la presentación habitual de la tuberculosis es pulmonar, existen formas inusuales de extraordinaria gravedad como lo es la tuberculosis miliar (Inchaurraga *et al.*, 2001). La lesión primaria en el pulmón aparece habitualmente en las áreas dorsales, de localización subpleural, y se acompaña de un aumento de tamaño de los ganglios linfáticos

bronquiales (Rosenberger, 2005). En México, el diagnóstico de tuberculosis bovina se realiza mediante las pruebas de tuberculina, cultivo e histopatología, pero éstas presentan algunas limitantes de sensibilidad y especificidad (Morales *et al.*, 2005). En el campo, la prueba de la tuberculina simple (ano caudal) y el sacrificio de animales positivos, son las técnicas que actualmente se utilizan en el control de esta zoonosis (Escobar *et al.*, 2003).

En la prueba intradérmica de la tuberculina en

sistemas de producción donde se lleva a cabo un control de la TB bovina, la mayoría de los animales reactivos se eliminan, pero algunos animales no reactivos que se encuentran en fases terminales de la enfermedad, con lesiones abiertas, permanecen dentro del hato y constituyen un foco potencial de infección para la población susceptible (Díaz *et al.*, 2003). Del mismo modo, pueden presentarse lesiones no visualizadas en bovinos reactivos a la prueba intradérmica de tuberculina y están relacionadas principalmente con el estadio de evolución de la enfermedad (Souza *et al.*, 2014).

2. Linfadenomegalia y tuberculosis pulmonar

En la **Fig. 2a y 2b** se presentan los hallazgos a la necropsia de una vaca adulta, las lesiones observadas se presentan de manera extensa en zonas de adhesión entre pleura, linfonodos mediastínicos y pulmón. En la **Fig. 3a y 3b** se presenta una linfadenomegalia granulomatosa en los nódulos mediastínicos, así como la formación de nódulos múltiples en pleura parietal y grandes cantidades en las vísceras y los lóbulos pulmonares, cubriendo casi el 50% del pulmón.

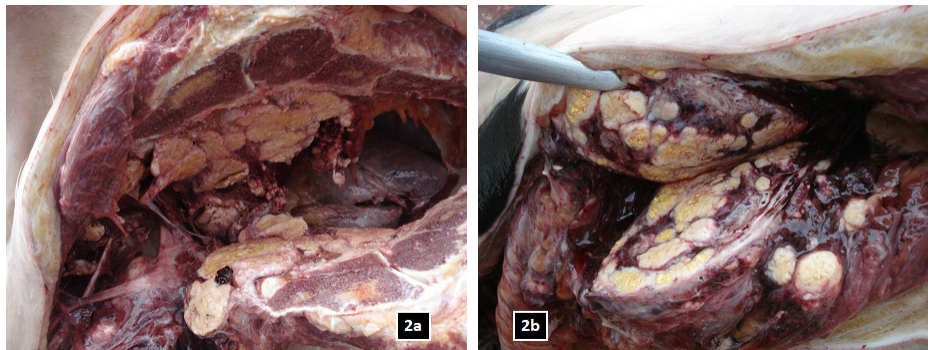


Figura 2a y 2b. Linfadenomegalia y neumonía granulomatosa crepitante con extensas zonas de adhesión entre pleura, linfonodos mediastínicos y pulmón.

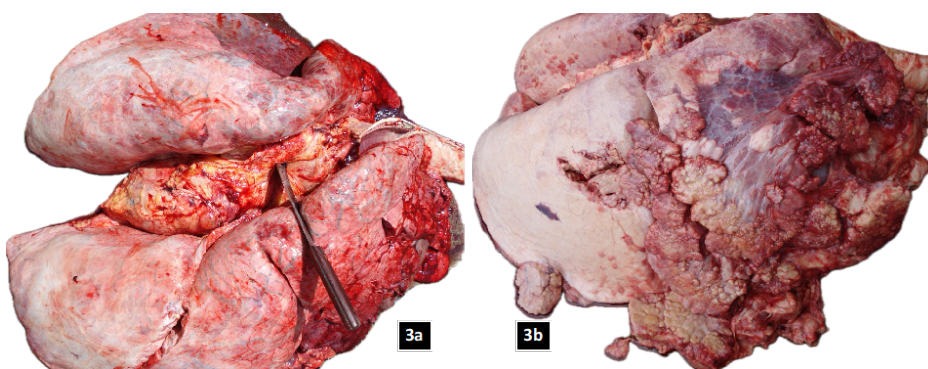


Figura 3a y 3b. Linfadenomegalia granulomatosa en nódulos mediastínicos (3a). Formaciones nodulares múltiples en pleura parietal, visceral y lóbulos pulmonares (3b).

Se ha demostrado que 30% de las vacas tuberculosas expulsan *M. bovis* a través del tracto respiratorio (Díaz *et al.*, 2003). La tuberculosis se extiende por el organismo en dos estadios, el complejo primario y la diseminación secundaria. El complejo primario incluye la lesión en el lugar de entrada del microorganismo y un ganglio linfático local. En el ganado adulto, la tuberculosis se presenta en forma común como una enfermedad de tipo respiratorio, por consiguiente, las lesiones son más frecuentemente encontradas en los pulmones y los nódulos linfáticos (Radostits *et al.*, 2001).

En apoyo para el diagnóstico, la biología molecular ha desarrollado herramientas como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), para el diagnóstico de enfermedades bacterianas intracelulares y de difícil crecimiento (Díaz *et al.*, 2003). Esta opción, ha permitido considerar confirmar el diagnóstico de TB, utilizando oligonucleótidos específicos para amplificar fragmentos de Ácido Desoxirribonucleico (ADN) en el genoma de bacterias del complejo *Mycobacterium*. La instrumentación de una PCR altamente sensible y específica para confirmar el diagnóstico de TB, permitiría obtener resultados en pocas horas, en comparación con el cultivo que requiere usualmente meses (Estrada-Chavez *et al.*, 2004). Con el desarrollo de esta técnica, se han implementado diferentes protocolos para el diagnóstico de enfermedades infecciosas en humanos y animales, particularmente para el

caso de la TB se han utilizado como blanco para la amplificación, regiones específicas del cromosoma de microorganismos causantes de esta patología (Morales *et al.*, 2005).

3. Corazón acorazado

En el siguiente hallazgo se puede observar una costra cicatrizal sobre el pericardio visceral (Fig. 4a y 4b) con calcificaciones que ocupan la cavidad, en el corazón de este animal las calcificaciones se observaron en el epicardio y el miocardio, presentándose una forma acorazada.

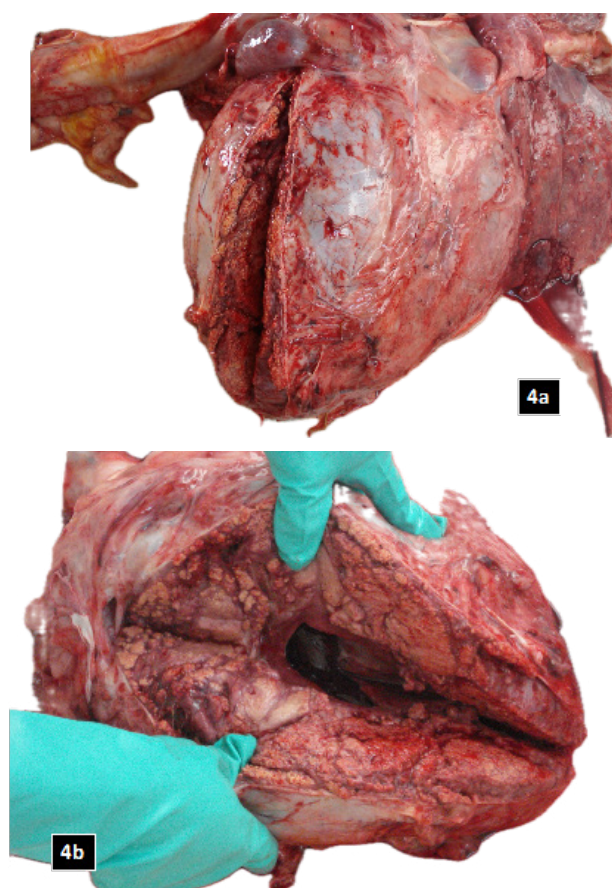


Figura 4a y 4b. Corazón acorazado. Pericardio engrosado con calcificaciones que se distribuyen hasta el epicardio.

La serosa pericárdica está formada por 2 capas mesoteliales, visceral y parietal, que conforman un espacio o saco pericárdico. Está muy innervada e íntimamente relacionada a los nervios frénicos. En casos de pericarditis, entre las causas más conocidas esta la TB, en la cual se crea una costra cicatrizal sobre el pericardio visceral con calcificaciones que ocupan la cavidad, que toman el epicardio, y a veces el miocardio (corazón en coraza, de piedra, blindado o acorazado). Los cambios cicatrizales son más evidentes hacia el atrio, ventrículo derecho y emergencias vasculares, y dan constricción y compresión (Armas-Pérez *et al.*, 2011).

El uso de las recién desarrolladas pruebas del Interferón gamma (INF- γ), Ensayo de inmunoadsorción ligado a enzima para tuberculosis (ELISA-TBC) y PCR, en zonas de alta prevalencia, ha permitido mostrar diferentes patrones de respuesta inmunitaria frente a *M. bovis* y dar un nuevo enfoque a los estudios epidemiológicos de la enfermedad, sin embargo, estas pruebas no deben usarse como criterio único de diagnóstico de *M. bovis*, sino como pruebas complementarias (Casillas *et al.*, 1995; Rivera y Giménez, 2010). Las muestras para histopatología se fijan en solución de formaldehído al 10% en solución búfer fosfato (PBS) y se incluyen en parafina. Los cortes histológicos se tiñen con hematoxilina-eosina (HE) y Ziehl-Neelsen (ZN). Las preparaciones se examinan para detectar lesiones sugestivas de TB y la presencia de bacilos ácido-alcohol resistentes, para identificar lesiones compatibles

con TB (Estrada-Chavez *et al.*, 2004).

4. Diafragmitis tuberculosa

Aunque los porcentajes más altos de lesiones por Tb se presentan en los pulmones, pueden observarse algunos casos en otros órganos, como se muestra en la **Fig. 5a y 5B**, en las que se presenta un caso de diafragmitis tuberculosa causada por *M. bovis*, en este caso la inflamación observada puede considerarse crónica debido a las lesiones multifocales granulomatosas bien diferenciadas. En el ganado, el 80-90% de las lesiones son pulmonares y con menor frecuencia están implicados otros órganos circundantes, como el diafragma (Rosenberger, 2005).

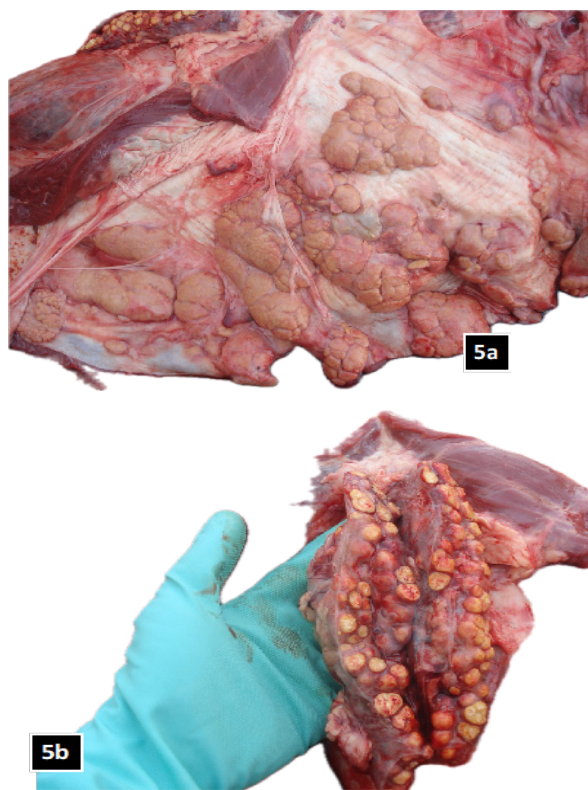


Figura 5a y 5b. Diafragmitis tuberculosa. Proceso inflamatorio crónico con lesiones multifocales granulomatosas de tipo tuberculoide bien diferenciadas.

A nivel de laboratorio, los métodos diagnósticos de la TB en bovinos son la observación microscópica (histopatología) y el cultivo de las micobacterias, que son empleados post mortem (Escobar *et al.*, 2003). Para confirmar la infección se realiza una inspección post mortem, se considera un método práctico, si se utiliza conjuntamente con la histopatología, para identificar lesiones granulomatosas compatibles con TB bovina. Para el diagnóstico definitivo se envían muestras de estas lesiones al laboratorio de bacteriología, sin embargo, el diagnóstico de TB mediante el cultivo de *M. bovis* representa

una verdadera barrera de tiempo, dinero y esfuerzo, debido a los problemas asociados al aislamiento de esta micobacteria (Estrada-Chávez *et al.*, 2004).

5. Adenomegalia de nódulos linfáticos retromamarios

Aunque los porcentajes de lesiones por TB en glándulas mamarias y nódulos retromamarios son muy bajos, en la **Fig. 6a y 6b** se puede observar una linfadenitis granulomatosa en los nódulos retromamarios, aunque los márgenes no se presentaron bien definidos, fueron palpables al tacto.

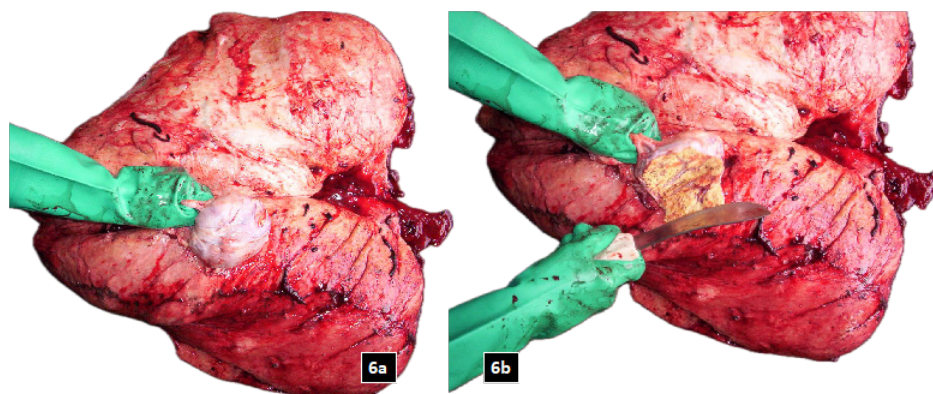


Figura 6a y 6b. linfadenitis granulomatosa en nódulos retromamarios. nódulo denso de márgenes indefinidos, palpable sin adherencias a tejido conectivo periférico.

Solo un 2% de las vacas tuberculosas, presentan lesiones en glándula mamaria y nódulos retromamarios. Sin embargo, tienen importancia particular por ser fuente de transmisión para los becerros, de igual forma, representan una importante fuente de contagio para el humano, durante el ordeño y por el consumo de leche bronca (Ramírez-Pérez, 2011).

6. Tuberculosis genital

En las **Fig. 7a y 7b** se presentan los hallazgos a la necropsia de TB genital, en este caso se presentó una endometritis y salpingitis granulomatosa, los tejidos circundantes resultaron afectados.

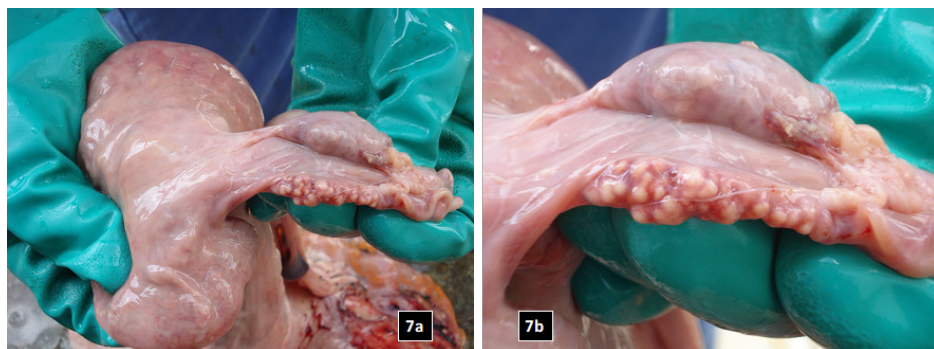


Figura 7a y 7b.
Endometritis y salpingitis granulomatosa compatible con tuberculosis genital.

La tuberculosis genital una entidad de curso insidioso e indolente. Esta afección es infrecuente, de curso asintomático o con pocos síntomas que se manifiesta principalmente con infertilidad (Castro y Montvelisky, 1998). Puede ocurrir por propagación hematogena de algún tipo de tuberculosis activa; o la menos frecuente, la vía transmural. Inicialmente se localiza en el endosalpinx (**Fig. 7a y 7b**) y se extiende al

peritoneo, endometrio, ovarios, cérvix y vagina (Franco-Sansaloni *et al.*, 2016).

7. Tuberculosis intestinal

En este hallazgo, los principales órganos de diseminación de la tuberculosis visceral incluyeron el intestino (tuberculosis cecal; **Fig. 8a y 8b**), peritoneo, omentos (omentitis granulomatosa; **Fig. 9a y 9b**), ganglios linfáticos (tuberculosis mesentérica; **Fig. 10a y 10b**).

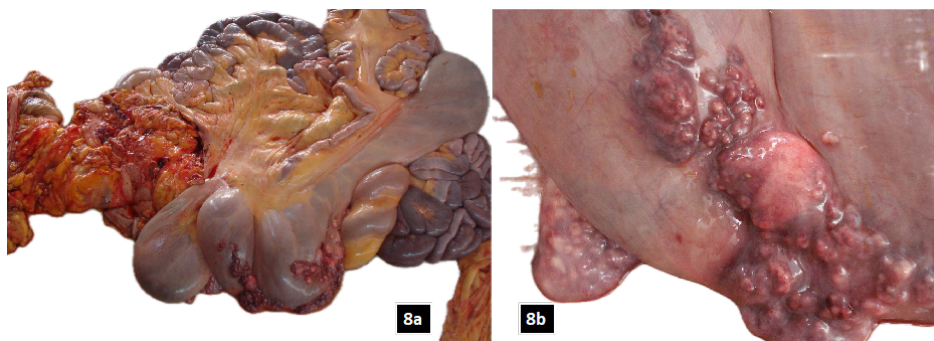


Figura 8a y 8b.
Tuberculosis cecal. Masas inflamatorias nodulares de origen tuberculoso. La tuberculosis intestinal ocurre principalmente en la región cecal.

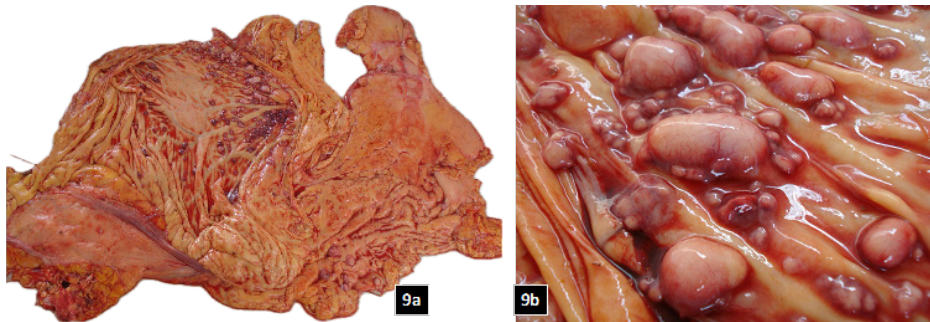


Figura 9a y 9b. Omentitis granulomatosa. Lesiones nodulares multifocales de origen tuberculoso.

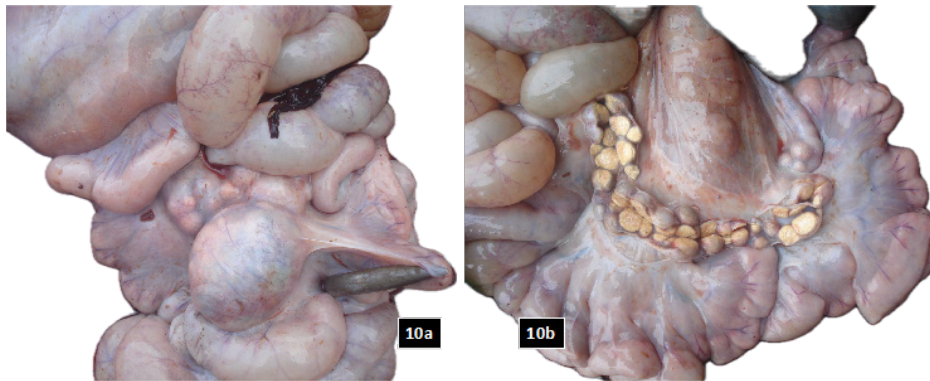


Figura 10a y 10b. Tuberculosis mesentérica. Cadena linfonodular con granulomas caseosos calcificados crepitantes.

La tuberculosis intestinal suele ser causada por la migración de bacilos, por agua o alimentos contaminados. Los bacilos causan necrosis caseosa en el intestino, seguida de diseminación a los ganglios linfáticos mesentéricos. La enfermedad mesentérica es una manifestación importante, inicialmente, el mesenterio está engrosado con algunos ganglios linfáticos discretos intercalados en su interior y en la etapa posterior, la enfermedad mesentérica representa masas inflamatorias irregulares de ganglios linfáticos caseosos (Sinan *et al.*, 2002). El peritoneo y la región ileocecal son los sitios

más probables de infección y están afectados en la mayoría de los casos por diseminación hematógena o por la deglución de esputo infectado de tuberculosis pulmonar primaria (Sheer y Coyle, 2003).

8. Tuberculosis gastrointestinal

El absceso hepático por *Mycobacterium* es una afección poco frecuente, sin embargo, en este hallazgo se observaron abscesos tuberculosos en hígado, en la **Fig. 11a y 11b** se puede observar claramente una linfadenitis granulomatosa y hepatitis abscedativa multifocal.

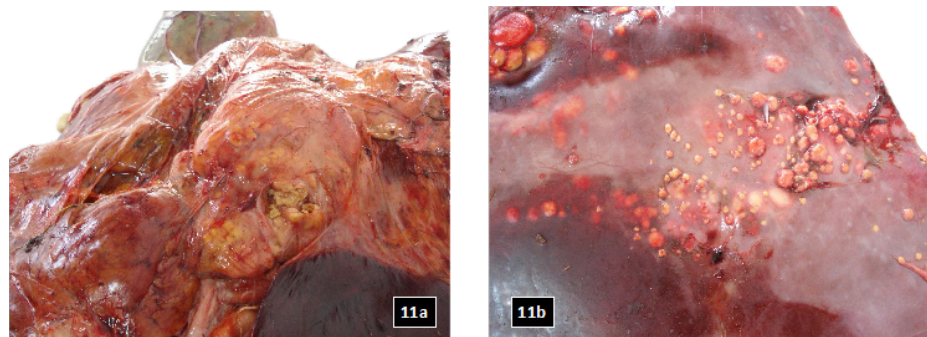


Figura 11a y 11b.
Linfadenitis granulomatosa y hepatitis abscedativa multifocal tuberculosa.

En la tuberculosis gastrointestinal se presenta infección del peritoneo, los órganos abdominales se encuentran huecos o sólidos y los vasos linfáticos abdominales con microorganismos del género *Mycobacterium* (Sheer y Coyle, 2003). El absceso hepático por *Mycobacterium* es una afección poco frecuente, aunque se pueden encontrar abscesos tuberculosos en hígado, bazo, páncreas, retroperitoneo y pared abdominal (Mora *et al.*, 2002).

9. Tuberculosis renal

En la **Fig. 12a y 12b** se presenta un caso de nefritis tuberculosa, en la que se observa una lesión en la región medular y cortical, así como un incremento en el tamaño del lóbulo renal. En este caso se presentaron lesiones granulomatosas en el glomérulo, los granulomas presentan daños de manera local, de igual forma se puede observar una necrosis parenquimatosa y transgresión de la luz tubular con ingreso al intersticio medular.



Figura 12a y 12b. Nefritis tuberculosa. Lesión que transgrede la región medular y cortical con incremento de tamaño del lóbulo renal.

La tuberculosis renal es causada por microorganismos que forman parte del complejo de micobacterias, su diseminación usualmente es hematológica, como una metástasis a partir de un foco primario, consiste en la formación de lesiones granulomatosas en el glomérulo, los granulomas pueden dañar en forma local, calcificar, causar necrosis parenquimatosa, caseificar o transgredir la luz tubular y entrar al intersticio medular. Las formas avanzadas pueden causar distorsión caliceal, estenosis ureteral, fibrosis vesical o falla renal progresiva si la enfermedad es bilateral (casi siempre se presenta de forma unilateral) (Carrillo-Esper *et al.*, 2010).

Conclusión

La tuberculosis no tiene límites orgánicos, se puede manifestar en órganos blandos, duros, tubulares, parenquimatosos, etc. Es por ello que, el monitoreo constante del ganado, en haras de cumplir con la normativa y garantizar la salud pública, son indispensables. Actualmente, existen herramientas de diagnóstico con mayor sensibilidad y especificidad, que permiten apoyar a un diagnóstico más certero, sin embargo, con limitantes para su aplicación como pruebas de campo, por lo que, la prueba de tuberculina y la necropsia cobran mayor relevancia.

Referencias

- Armas Pérez, B. A., García Rodríguez, M. E., Duménigo Arias, O., Reyes Balseiro, E. S., & Segura Pujal, L. A. (2011). Revisión y experiencia en cinco casos de pericardiectomía extensa. *Revista Cubana de Cirugía*, 50(4), 438-450.
- Carrillo-Esper, R., Moreno-Castañeda, L., Hernández-Cruz, AE y Aguilar-Zapata, DA (2010). Tuberculosis renal. *Cirugía y Cirujanos*, 78 (5), 442-447.
- Casillas, C. R., Elizondo, G. V., & Díaz, C. A. (1995). Comparación del ELISA con la tuberculización en el diagnóstico de la tuberculosis bovina. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 33(3).
- Castro, V., & Montvelisky, H. (1998). Salpingitis tuberculosa: informe de un caso. *Revista Costarricense de Ciencias Médicas*, 19(3-4), 232-236.
- Díaz, F., Banda, V., Jaramillo, L., Arriaga, C., Gonzales, D., Estrada, C. 2003. "Identificación de bovinos portadores de *Mycobacterium Bovis* aplicando técnicas inmunológicas y moleculares". *Veterinaria México*. 34 (1).
- Escobar C., Cedeño, I., Tarté, M., & Bravo, J. (2003). Identificación de *M. bovis* de muestras de órganos bovinos y esputo humano. *Revista Médica de Panamá*, 28, 5.
- Estrada-Chávez, C., Otero, F. D., Díaz, C. A., Villegas-Sepúlveda, N., González, R. P., & Salazar, D. G. (2004). Concordancia de la PCR y métodos rutinarios para el diagnóstico de tuberculosis bovina. *Veterinaria México*, 35(3), 225-236.
- Franco-Sansaloni, A., Vizcaíno-Torres, J., Gana-Morales, J., Estellés-Morant, D., & Antonio-Serrano, J. (2016). Tuberculosis genital: manifestación atípica durante el embarazo. Reporte de un caso. *Ginecología y Obstetricia de México*, 84(5).
- González-Medina, A. & Martínez-Natera, O. (2001). Concordancia entre el diagnóstico de defunción y el diagnóstico anatomopatológico por necropsias en el Hospital Central Militar. *Revista de Sanidad Militar*, 55(3).
- Inchaurraga Álvarez, I., Herrejón Silvestre, A., Plaza Valía, P., & Blanquer Olivas, R. (2001). Tuber-



- culosis miliar, ganglionar, pancreática y costal: Presentación clínica y revisión bibliográfica. In *Anales de Medicina Interna* (Vol. 18, No. 9, pp. 39-41). Arán Ediciones, SL.
- Lozano Alarcón, F., González Charry, H. E., Rodríguez Martínez, G., Gutiérrez, A., & Rojas, C. (2018). Descripción de las lesiones macro y microscópicas del primer brote de tuberculosis bovina en Colombia.
- Mora, R. B., Pérez, J. L., Martínez, P. M., Cruz, M. L., Gascón, F. S., & Reyes, P. P. (2002). Absceso hepático tuberculoso en paciente inmigrante con tuberculosis pulmonar. *Archivos de Bronconeumología*, 38(5), 246-248.
- Morales, A., Martínez, I., Carlos, A., Álvarez, G., Álvarez, M., & Maldonado, J. (2005). Comparación de histopatología, cultivo y PCR en el diagnóstico de tuberculosis bovina. *Revista Científica*, XV(2), 103-108.
- Morales, A, Lamprea Garrido A, García Hermoso A, Méndez Sánchez, A. (2017). La necropsia en campo: un servicio agregado en la medicina veterinaria rural. *Rev Med Vet.;*(34 Supl):167-180. doi: <http://dx.doi.org/10.19052/mv.4264>
- Moreno, B., Pérez, A. G., & Rekalde, G. A. (2003). Necropsia y toma de muestras de abortos ovinos. *Ovis*, (86), 65-76.
- Oriani, D. S., Dubarry, J. R., Errea, A., Vera, O. A., Maria, A., Cavagion, L. J., & Staskevich, A. S. (2011). Asociación entre el diagnóstico de Tuberculosis Bovina por intradermorreacción, la anatomopatología, la bacteriología y la posible interferencia con micobacterias ambientales. *Ciencia Veterinaria*, 13(1), 42-47.
- Peixoto, P. V., & Barros, C. S. (1998). A importancia da necropsia em medicina veterinaria. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 18, 132-134.
- Pérez-Barragán, E., & Manjarrez-Tellez, B. (2019). Tuberculosis por *Mycobacterium bovis*: una infección reemergente?. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 55(5), 635-640.
- Radostits, O., Gay, C., Blood, D., Hinchcliff. 2001. "Medicina veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino". Mc Graw Hill Interamericana, España. Novena edición. pp. 1075-1081
- Ramírez Pérez, L. (2011). Diagnóstico histopatológico de tuberculosis bovina en ganado lechero del Complejo Agropecuario E Industrial De Tizayuca (CAIT), Hidalgo. Tesis de licenciatura. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo.
- Reyes, B., Cardona, J., Montes, D., & Vargas, M. (2018). Hallazgos anatomopatológicos en un bovino infectado con tuberculosis en Vicoso, Brasil. *Revista colombiana de ciencia animal recia*, 10(2), 190-196.
- Rivera, S., & Giménez, J. F. (2010). La Tuberculosis Bovina en Venezuela: patogénesis, epidemiología, respuesta inmunitaria y nuevas alternativas para el diagnóstico. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*, 11(9), 1-27.
- Rosenberger, G. 2005. "Medicina interna y cirugía del bovino". Ed. Intermédica. Vol. 1 y 2. pp. 1110-1118.
- Sáenz, K. D. J. B. (2021). *Análisis de compuestos orgánicos volátiles emitidos por muestras biológicas para el diagnóstico de tuberculosis bovina en jabalíes* (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid).
- Sheer, TA y Coyle, WJ (2003). Tuberculosis gastrointestinal. *Current gastroenterology reports*, 5 (4), 273-278.
- Sinan, T., Sheikh, M., Ramadan, S., Sahwney, S. y Behbehani, A. (2002). Características de la TC en la tuberculosis abdominal: 20 años de experiencia. *BMC medical imaging*, 2, 1-7.
- Souza, M. A. D., Bombonato, N. G., Soares, P. M., Ramos, G. B., Santos, M. P. D., Ganda, M. R., & Lima-Ribeiro, A. M. C. (2014). Freqüência de lesões macroscópicas em carcaças de bovinos reagentes ao teste tuberculínico. *Arquivos do Instituto Biológico*, 81, 363-367.
- Valdez-Martínez, E., Arroyo-Lunagómez, E., & Landero-López, L. (1998). Concordancia entre el diagnóstico clínico y el patológico por necropsias. *Salud pública de México*, 40(1), 32-37.



FACULTAD MAYA DE ESTUDIOS
AGROPECUARIOS

