



# Revista *Escarlata Maya* de Ciencias Agropecuarias y Ambientales

Vol. 2, N0. 1, enero-junio 2025



FACULTAD MAYA DE ESTUDIOS  
AGROPECUARIOS

Open acces ///

**Revista Escarlata Maya**  
**de Ciencias Agropecuarias y Ambientales**  
Vol. 2, N0. 1, enero-junio 2025



## DIRECTORIO

**Dr. Oswaldo Chacón Rojas**  
Rector

**Dra. María del Carmen Vázquez Velasco**  
Secretaria General

**Dr. Florentino Pérez Pérez**  
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

**Lic. Prisila Lizbeth Valencia Reyes**  
Secretaria Administrativa de la FMEA

*Revista Escarlata Maya de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Volumen 2 Numero 1, enero-junio 2025. Publicación semestral de la Benemérita 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 Revista Escarlata Maya de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Última modificación 25 de junio 2025 con tiraje de un ejemplar.*

## 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  
**Ing. 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

*Las opiniones vertidas en los artículos de la presente edición no reflejan necesariamente las del consejo editorial de **Revista Escarlata Maya de Ciencias Agropecuarias y Ambientales** ni las de la Benemérita 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), que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.*



## Comité Editorial

### **Facultad Maya de Estudios Agropecuarios**

Dr. Geiner Francisco Álvarez Sánchez  
Dr. Leonel Cano Asencio  
Dr. Alex Ricardo Ramírez García  
Dr. Israel Martínez Cruz  
Dra. Gloria Isela Hernández Melchor  
Dra. Damaris Bárbara Amaya Pérez  
Dr. Francisco Gerardo Gutiérrez García  
Dra. María Cristina García Ángel  
Dr. Bulmaro Méndez Arguello  
Dr. Guadalupe de Jesús Cruz Clemente  
Mtra. Perla Alejandra Flores Alonso  
Dra. Arely Bautista Gálvez

### **Universidad Autónoma de México. Campus Cuautitlán**

Dr. Jorge Luis de la Rosa Arana

### **Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.**

Dr. Fabián Ricardo Gómez de Anda

### **Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional.**

Dr. Benjamín Noguera Torres

### **Colegio de Postgraduados campus Campeches**

Dra. Verónica Rosales Martínez

### **Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa**

Dr. Francisco Antonio Cigarroa Vázquez

### **Universidad Veracruzana**

Dr. Luis Moisés Morales Crispín

### **Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.**

Dr. Candelario Rodríguez Pérez  
Dr. Luis Daniel Jiménez Martínez



*Revista Escarlata Maya de Ciencias Agropecuarias y Ambientales*  
*Vol. 2, N0. 1, enero-junio 2025*

*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 y Ambientales. 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.*



## CONTENIDO

- Indicadores de sustentabilidad del agroecosistema maíz de la comunidad de Bacabchen, Calkiní, Campeche, México.** Piste-Poot D.I.<sup>1</sup>, V. Rosales-Martínez<sup>2\*</sup>, L.L. Candelario-Rosales<sup>1</sup>, L. Casanova-Pérez<sup>3</sup>, S. Fraire-Cordero<sup>2</sup>, C. Flota-Bañuelos<sup>2\*</sup> **7**
- Comparación de diferentes procedimientos de secado en lechones recién nacidos sobre la vitalidad neonatal.** Bautista-Pascual B.<sup>1\*</sup>, Vallejo-Hernández L. H. <sup>1\*</sup>, Ruiz Ortega M.<sup>2</sup>, Vera Vázquez F. J.<sup>3</sup> **21**
- Primer reporte de *Otobius megnini* (Argasidae) en perros (*Canis familiaris*) domiciliados del estado de Veracruz.** Rivera-Ruiz S. <sup>1</sup>, Fuentes-Cervantes G.<sup>1</sup>, Gómez-De-Anda F. R.<sup>2</sup>, Ponce-Noguez J. B.<sup>3</sup>, de-la-Rosa-Arana J. L.<sup>1\*</sup> **31**
- Manejo y salud de psitácidos endémicos en cautiverio: Caso de estudio en Catazajá, Chiapas.** Arbez-Abnal T.A.<sup>1\*</sup>, P.A. Flores-Alfonso<sup>1</sup>, F. Rosales-Martínez<sup>1</sup>, E. Cárdenas-Bejarano<sup>1</sup> **49**
- Análisis de prevalencias y distribución de la infección por los protistas de la clase Mesomycetozoea en peces teleósteos: una revisión sistémica.** Gómez-de-Anda F. R.<sup>1</sup>, De-la-Rosa Arana J. L.<sup>2</sup>, A. P. Cordero-López<sup>1</sup>, A. P. Zepeda-Velázquez<sup>1</sup>, A. Peláez-Acero<sup>1</sup>, V. J. Acosta-Pérez<sup>1\*</sup> **62**
- Tecnologías para la productividad de las granjas porcinas.** Juárez De Paz, I.<sup>1</sup>, Ponce-Noguez J. B.<sup>2\*</sup>, Álvarez-Sánchez G. F.<sup>1</sup>, López-López, M.I.<sup>3\*</sup> **79**

## Indicadores de sustentabilidad del agroecosistema maíz de la comunidad de Bacabchen, Calkiní, Campeche, México.

Piste-Poot D.I. <sup>1</sup>, V. Rosales-Martínez<sup>2\*</sup>, L.L. Candelario-Rosales<sup>1</sup>,  
L. Casanova-Pérez<sup>3</sup>, S. Fraire-Cordero<sup>2</sup>, C. Flota-Bañuelos<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Campeche, Carretera  
Haltunchén-Ezdná Km 17.5, Sihochac, Champotón, CP 24450, Campeche,  
México. México.

<sup>2</sup> CONAHCYT-Investigadores por México-Colegio de Postgraduados, Campus Campeche, Carretera  
Haltunchén-Ezdná Km 17.5, Sihochac, Champotón, CP 24450, Campeche,  
México. México.

<sup>3</sup> Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, Carretera Huejutla-Chalahuiyapa s/n, Col. Tepoxteco, Huejutla de Reyes, Hidalgo. C. P. 43000. México

Fecha de envío: 08/Octubre/2024

---

\* Corresponding author 1. E-mail: [vrosales@colpos.mx](mailto:vrosales@colpos.mx) Tel. 981 81 8 1880, Fax 00-00-00-00

\* Corresponding author 2. E-mail: [cflota@colpos.mx](mailto:cflota@colpos.mx) Tel. 981 81 8 1880, Fax 00-00-00-00

## Resumen:

El maíz es uno de los cultivos alimentarios más importantes del mundo, tan solo en el año 2021 representó el 40% de la producción mundial de cereales. El objetivo fue evaluar el índice de sustentabilidad económica, ambiental y social del agroecosistema maíz de Bacabchén, Calkiní, Campeche. Esta investigación fue de tipo exploratoria-descriptiva. Se construyeron los indicadores de tipo económico, ambiental y social; se diseñó un cuestionario para coleccionar la información a través de una encuesta dirigida, en la cual participaron 30 productores de maíz blanco. En la sustentabilidad económica, el indicador con mayor valor fue el de costo por ha para abono (INV ABO=2.9) y el de menor valor fue el de costo por ha para mano de obra (INV MAOB=0.43). Respecto a la sustentabilidad ambiental, los indicadores con los valores

más bajos fueron dos: aprovechamiento de residuos en el agroecosistema y zonas de conservación (APROV RES y ZONAS CON=0) y el indicador con mayor valor fue el de número de productos orgánicos (NO. PROD ORG=1.5). En la dimensión sociocultural, se observó que el indicador con valor más bajo fue el de permanencia en las organizaciones (PERM ORGN=0.33) y los indicadores con valores más altos fueron el de condiciones de la vivienda y el de días trabajados a la semana (COND VIV y D TRAB SEM=3). Tanto la dimensión económica como la ambiental se encontraron por debajo del valor umbral (1.71 y 0.72, respectivamente), siendo solo la dimensión sociocultural la que se encontró con valor de 2.08.

**Palabras clave:** Seguridad alimentaria, Índice, Encuesta, Zea mays.

## Introducción

El maíz es uno de los cultivos alimentarios más importantes del mundo, tan solo en el año 2021 representó el 40% de la producción mundial de cereales. Es considerado el cultivo más importante en término de volumen de producción y consumo humano; en el mismo año, la superficie cultivada en el mundo fue mayor a 1600 millones de ha, México ocupó el séptimo lugar entre los países con mayor producción de maíz (Cruz-González *et al.*, 2024) con una producción de 27 millones de toneladas. Se cultiva en los 32 estados del país, y los principales estados productores son Sinaloa, Jalisco, Estado de México, Guanajuato y Michoacán (SIAP, 2020; SADER, 2023).

En México, el maíz es consumido de diferentes maneras, en elote, en flaxcal, tamales, bebidas fermentadas, pero principalmente en tortillas, con un consumo per cápita de 100 kg de maíz al año, consumido en diferentes formas (González-

Cortés *et al.*, 2016). Sin embargo, la producción de los maíces nativos se ven amenazados por varios factores, entre los socioeconómicos, políticos, comerciales, bióticos y abióticos, así como por efectos del calentamiento global, lo que ha reducido el rendimiento global y la calidad de este grano; esto debido a que durante todas las fases de su desarrollo son muy sensibles a los eventos climáticos extremos (Cruz-González *et al.*, 2024).

Ante estos sucesos, el sector agrícola en general ha sufrido una serie de cambios durante años, cambios que han impactado en el ambiente, originados por el desarrollo de la agricultura convencional, donde muchas de sus prácticas se consideran no sustentables; entiéndase a la sustentabilidad como el “desarrollo que satisface las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras” (Franco-Valderrama *et al.*, 2022). Específicamente para la producción de maíz,



Martínez (2020) argumenta que existen dos visiones, por un lado, el tipo de producción que incluye paquetes tecnológicos, sustentado en un enfoque productivista de intensificación del agroecosistema, dependiente de grandes cantidades de insumos industriales, lo que ha generado efectos negativos en el sector ambiental y social. Dichas problemáticas generan consecuencias como degradación de suelos, acidificación, pérdida de materia orgánica y compactación de suelos, entre otras. Por otro lado, se encuentra aquél que considera una visión ambiental, defendida y promovida a través de los principios agroecológicos que fomenta el uso mínimo de insumos agrícolas, la cual reconoce y promueve las tecnologías más sustentables y conocimientos locales (Martínez, 2020). A través de este tipo de agricultura se disminuye el uso de fertilizantes y plaguicidas, el uso de insumos naturales, rotación de cultivos y recubrimiento de capa orgánica, entre otras, por lo que con estas prácticas se enriquece el suelo, y es una forma de producir de manera sostenible (Franco-Valderrama *et al.*, 2022). Debido a lo anterior, es necesario conocer las condiciones críticas y de mejora en torno al agroecosistema maíz, dado que actualmente existen pocas investigaciones sobre las condiciones de sustentabilidad en regiones de México, por lo que surge el interés de plasmar resultados regionales y locales sobre esta temática; por tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el índice de sustentabilidad económica, ambiental y social del agroecosistema maíz de la comunidad de Bacabchén, Calkiní, Campeche.

## Material y Métodos

### 1. Área de estudio

La investigación se realizó en la comunidad de Bacabchen, pertenece al municipio de Calkiní en el estado de Campeche; Bacabchén quiere decir “Pozo del bacab” o “Pozo del representante”. Se encuentra a una latitud de 20. 2881° o 20°17'20''norte a una longitud de -90.05641° o 90°3'23'' oeste, a una altitud de 13 msnm. Con una población de 3,130 personas, donde 1,585 son mujeres y 1,545 son hombres. La principal actividad económica es la agricultura y los cultivos principales son maíz grano, sandía, jitomate y hortalizas (Monografía del Municipio de Calkiní, 2001).

### 2. Construcción de indicadores

Esta investigación es de tipo exploratoria-descriptiva y en ella se propuso evaluar tres dimensiones de la sustentabilidad: económica, ambiental y social. Para ello se construyeron los indicadores de tipo económico, ambiental y social, se otorgó una valoración a cada respuesta esperada, y así construir cada pregunta contenida en un cuestionario para la colecta de la información. Dicho cuestionario se aplicó a través de una encuesta a pobladores de la localidad de Bacabchén en la que participaron 30 productores de maíz blanco, con experiencia en distintos aspectos en la producción de dicho cultivo, la encuesta fue de manera dirigida con participación voluntaria. Se consideró al agroecosistema maíz como sustentable cuando alcanzó valores iguales o superiores a 2, de acuerdo con Sarandón *et al.* (2006).

En las Tablas 1, 2 y 3 se describe la construcción de los componentes con sus indicadores. 2.2.



**Tabla 1.** Descripción de la construcción de indicadores de sustentabilidad económica en agroecosistemas de maíz blanco en la localidad de Bacabchén, Calkiní, Campeche.

Dimensión Económica			
COMPONENTES	INDICADORES	VALORACIÓN	PREGUNTA
<b>A.-Productividad</b>	<b>A1.</b> Rendimiento ton/ha en la última cosecha	(3) Mas de 6 (2) De 4 a 5.9 (1) De 2 a 3.9 (0) Menos de 1.9	¿Cuál fue el rendimiento de su última cosecha (ton/ha)?
	<b>A2.</b> Costo de inversión por ha para preparación del terreno	(3) Menos de \$ 1800 (2) De \$1,801 a \$2,700 (1) De \$2701 a \$4,500 (0) Mas de \$ 4501	¿Qué cantidad de dinero invirtió por hectárea para la preparación del terreno?
	<b>A3.</b> Costo por ha para la compra de semilla	(3) Menos de \$ 1,000 (2) De \$ 1,001 a \$2,000 (1) De \$2,001 a \$3,000 (0) Mas de \$ 3,001	¿Qué cantidad de dinero invirtió por hectárea para la compra de semilla?
	<b>A4.</b> Costo del control malezas de la producción	(3) Menos de \$600 (2) De \$600 a \$800 (1) De \$800 a \$1,000 (0) Más de \$1,000	¿Qué cantidad de dinero invirtió para el control de malezas?
	<b>A5.</b> Costo por ha para abono	(3) Menos de \$600 (2) De \$601 a \$1,100 (1) De \$1,101 a \$1,600 (0) Más de \$1,601	¿Cuánto dinero invirtió por hectárea para abonar su cultivo?
	<b>A6.</b> Costo por ha de mano de obra	(3) Menos de \$ 1,000 (2) De \$1,001 a \$1,600 (1) De \$1,601 a \$2,200 (0) Más de \$2,201	¿Cuánto dinero invirtió por hectárea para mano de obra en su cultivo (cosecha)
	<b>A7.</b> Ingreso total por ha	(3) Más de \$ 30,000 (2) De \$18,000 a \$29999 (1) De \$ 6,000 a \$17999 (0) Menos de \$ 6,000	¿Cuál es el valor de su ingreso total por hectárea considerando los descuentos?
<b>B.-Porcentaje de riesgo</b>	<b>B1.</b> Porcentaje de Pérdidas	0) Más del 51% 1) Del 31 al 50 % 2) Del 11 al 30% 3) Del 0 al 10%	¿Qué porcentaje general de pérdidas en su cultivo considera que tuvo el año pasado?
	<b>B2.</b> Actividades extras	(3) Más de 3 actividades (2) Dos actividades (1) Una actividad (0) Ninguna	¿A cuántas actividades se dedica fuera de su parcela para obtener ingresos económicos?
$ISE = \frac{(A1+A2+A3+A4+A5+A6+A7)/7+(B1+B2)/2}{2}$			≤



**Tabla 2.** Construcción de indicadores de sustentabilidad ambiental en agroecosistemas de maíz blanco en la comunidad de Bacabchén, Calkiní, Campeche.

<b>Dimensión ambiental</b>			
<b>COMPONENTES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>VALORACIÓN</b>	<b>PREGUNTA</b>
<b>A.-Conservación del suelo</b>	<b>A1.</b> Uso de agroquímicos en cultivos	(3) Cero productos (2) Un producto (1) Dos productos (0) Mas de Tres productos	¿Cuántos productos químicos utiliza en sus cultivos?
<b>B.-Manejo de la Biodiversidad</b>	<b>B1.</b> Variedades de maíz blanco	(3) Más de tres variedades (2) Tres variedades (1) Dos variedades (0) Una variedad	¿Cuántas variedades de Maíz tiene en su agroecosistema?
<b>C.-Estrategias ambientales</b>	<b>C1.</b> Número de productos orgánicos	(3) Más de tres productos (2) Dos productos (1) Un producto (0) Cero productos	¿Cuántos productos orgánicos utiliza en su cultivo de Maíz blanco?
	<b>C2.</b> Aprovechamiento de residuos	(3) Lombricomposta (2) Composta (1) Integración al suelo (0) Quemarlos	¿De qué manera aprovecha sus residuos agrícolas?
	<b>C3.</b> Zonas de conservación	(3) Mayor de 1.5 ha (2) De 1 a 1.5 ha (1) De 0 a 0.5 ha (0) Ningún área de conservación	¿Qué área de su parcela destina como zona de conservación?
$ISA= \frac{(A1)/1+(B1)/1+(C1+C2+C3/3)}{3}$			

**Tabla 3.** Descripción de la construcción de Indicadores de sustentabilidad sociocultural en agroecosistemas de maíz blanco en la comunidad de Bacabchén, Calkini, Campeche.

Dimensión Sociocultural			
COMPONENTES	INDICADORES	VALORACIÓN	PREGUNTA
A.-Calidad de vida	A1. Condición de la vivienda	(3) Propia (2) Prestada por parte del trabajo (1) En proceso de liquidación (0) Arrendada	¿Cuál es la condición de la vivienda que habita?
	A2. Situación de empleo	(3) Mas de cuatro días (2) Tres días (1) Dos días (0) Un día	¿Cuántos días trabaja a la semana?
	A3. Acceso a la educación	(3) Acceso a educación superior y/o cursos de capacitación (2) Acceso a la escuela secundaria y preparatoria (1) Acceso a la escuela primaria y secundaria (0) Sin acceso a la educación	¿Cuál es el acceso a la educación que posee usted y su familia?
	A4. Acceso a servicios de Salud	(3) Particular (2) IMSS (1) Centro de salud de la comunidad (0) Sin acceso a servicios de salud	¿Qué tipo de acceso a la salud posee para usted y su familia?
	A5. Acceso a servicios públicos	(3) Instalación completa de agua, luz, teléfono e internet. (2) Luz eléctrica, agua y teléfono. (1) Luz eléctrica y agua de pozo. (0) Sin luz eléctrica y sin fuente de agua cercana.	¿Con cuáles de los siguientes servicios cuenta?
	A6. Cursos de capacitación	(3) Mas de dos (2) Dos (1) Uno (0) Ninguna	¿Cuántas veces por año recibe capacitación o asesorías de instituciones que ayuden a fomentar la productividad de su parcela?
B.-Integración social	B1. Relación con otros miembros de la comunidad.	(3) Muy buena (2) Buena (1) Regular (0) Mala	¿Cómo es la relación con los miembros de la comunidad?
	B2. Permanencia en organización con productores	(3) Mas de tres años (2) Dos años (1) Un año (0) Nunca he pertenecido a una	¿Cuánto tiempo ha permanecido en alguna organización de productores?



<b>C.-Índice de desarrollo humano</b>	<b>C1. Satisfacción por la agricultura</b>	(3) Muy contento con lo que hace (2) Contento, pero practicaría otro tipo de cosecha (1) Satisfecho, por las ganancias (0) Poco satisfecho, por las pérdidas de su cosecha	¿Qué tan satisfecho se encuentra con la agricultura que realiza?
	<b>C2. Deseos del productor de continuar en la Agricultura</b>	(3) Muchos (2) Poco (1) Casi nada (0) Nada	¿Qué nivel de deseos posee por continuar en la agricultura?
	<b>C3. Deseos del heredero de continuar en la agricultura</b>	(3) Muchos (2) Poco (1) Casi nada (0) Nada	¿Qué nivel de deseos posee su heredero en continuar con la agricultura?
	<b>C4. Presencia de enfermedad grave en la familia</b>	(3) Ninguna (2) Una (1) Dos (0) Mas de tres	¿Cuántas enfermedades graves poseen en su familia (los que viven en su casa)?
$ISSC = \frac{(A1+A2+A3+A4+A5+A6)/6 + (B1+B2)/2 + (C1+C2+C3+C4)/4}{3}$			

### 3. Evaluación del Índice de Sustentabilidad General

Una vez obtenido los valores de las tres dimensiones consideradas en párrafos anteriores, se procedió a calcular el índice general con base en la fórmula propuesta por Sarandón *et al.* (2006). La fórmula utilizada se muestra a continuación:

$$ISGen = (ISE + ISA + ISSC) / 3$$

Donde:

*IS Gen*= Índice de Sustentabilidad General

Finalmente, bajo los criterios de Sarandón *et al.* (2006), para que el agroecosistema de cultivo de maíz blanco sea considerado sustentable, se debe obtener un índice mayor a 2.

Los datos obtenidos fueron analizados a través del paquete estadístico de Excel, por medio de estadísticas descriptivas.

## Resultados y Discusiones

### 1. Sustentabilidad económica

Con respecto al indicador obtenido de la dimensión económica, se puede visualizar que existen componentes con una valoración mínima y máxima, esto refleja las prácticas sustentables y no sustentables de los campesinos del agroecosistema maíz en la comunidad de Bacabchen; por ejemplo, el indicador con mayor valor fue el de costo por ha para abono (INV ABO=2.9) y el de menor valor fue el de costo por ha para mano de obra (INV MAOB=0.43). Estos valores confirman lo mencionado por Uzcanga-Pérez *et al.* (2020), quienes mencionan que en el estado de Campeche la mayoría de las labores para este cultivo son realizadas de forma manual, mediante uso de rastra agrícola

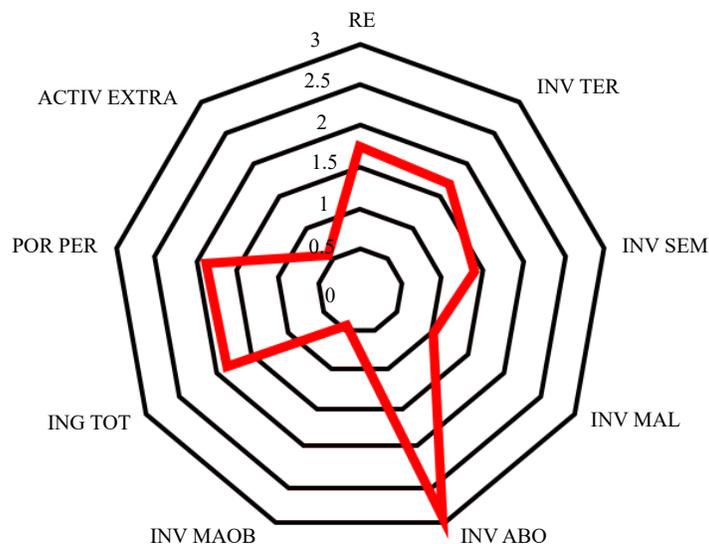


y semillas criollas. Asimismo, lo afirmado por Gonzales- Flores *et al.* (2020), en que, si bien la implementación de alguna tecnología, fertilizantes o pesticidas incide en el aumento de los rendimientos también incrementa los costos de producción del maíz incluyendo los costos de mantenimiento y los costos de la mano de obra. De esta manera se observó que todos los indicadores obtenidos para esta dimensión no alcanzaron el valor de 2, por tanto, se observa que no son sustentables de acuerdo con Sarandón *et al.* (2006). Los rendimientos estarán expresados de acuerdo con las condiciones ambientales presentes, al tipo de tecnología utilizada, a la semilla, así como a los agroquímicos que potencializan la producción del cultivo y a la

disponibilidad de recursos financieros para invertir en éstos, esta última representa la principal limitante para los productores del estado de Campeche (Uzcanga-Pérez *et al.*, 2015). Por su parte, Espínola *et al.* (2017), añade la poca frecuencia de asistencia técnica y el abandono en el que generalmente se encuentran los productores rurales en México.

Cuando no se obtienen los ingresos económicos suficientes para la manutención de la familia se recurre a la diversificación de los ingresos a través de actividades extra-finca. Esta diversificación de actividades fortalece la resiliencia económica de las familias, permitiéndoles tener múltiples fuentes de sustento y adaptarse mejor a los cambios y desafíos económicos (Venegas-Sandoval *et al.*, 2021).

### Índice de Sustentabilidad Económica



**Figura 1.** Indicadores de sustentabilidad económica del AES maíz en la comunidad de Bacabchén, Calkiní, Campeche. INV TER= Costo por ha para preparación del terreno; INV SEM= Costo por ha para la compra de semilla; INV ABO= Costo por ha para abono; INV MAOB= Costo por ha de mano de obra; RE= Rendimiento por ha de última cosecha; ING TOT=Ingreso Total por ha; POR PER= Porcentaje de Pérdidas; ACTIV EXTRA=Actividades extra.

## 2. Sustentabilidad ambiental

Respecto a la evaluación de la sustentabilidad ambiental, se observa que los indicadores con

los valores más bajos fueron Aprovechamiento de residuos en el agroecosistema y zonas de



conservación (APROV RES y ZONAS CON=0) y el de mayor valor fue el de número de productos orgánicos (NO. PROD ORG=1.5) (Figura 2). El uso de los productos químicos para el cultivo de maíz provoca contaminación del suelo y agua y alteración al medio ambiente, lo que propicia ser un sistema productivo de maíz vulnerable biológicamente e insostenible, se necesita usar más abonos orgánicos que ocasionen menor impacto, económico, productivo y ambiental, para mantener un balance ecológico de la biodiversidad y efecto positivo en la conservación del suelo y los recursos naturales. La conservación del suelo evita la pérdida de nutrientes para mejorar su capacidad productiva (González *et al.*, 2020).

También Tirado-Malaver *et al.* (2024) mencionan que es necesario realizar actividades para sensibilizar a los agricultores sobre las consecuencias que tiene el uso masivo y excesivo de plaguicidas para su salud, su familia y el medio ambiente, así como potencializar el uso de insumos naturales u orgánicos. De

acuerdo con Espínola *et al.* (2017), desde el enfoque de la sustentabilidad la contaminación del agua y suelo son los efectos colaterales más perjudiciales.

En este sentido, Haydee (2011) señala que para disminuir estos impactos a los que se expone al ecosistema y el logro de un sistema eficiente y estable en el tiempo, es fundamental buscar alternativas de producción adecuadas, considerando el clima y el suelo. Por su parte, Silva y Ramírez (2016) proponen la diversidad de cultivos como una estrategia de transformación hacia la sustentabilidad de los agroecosistemas. Un cambio hacia una visión sustentable requiere que el productor experimente diferentes procesos, el de reconocer (aceptar que necesita capacitación especializada), conocer (lo que el capacitador hace), colaborar (prestar ayuda esporádica al capacitador, es determinante que la ayuda sea recíproca), cooperar (compartir actividades y recursos con el capacitador: solidaridad) y asociarse (compartir objetivos y proyectos con el capacitador: confianza) (Rovere, 1999).

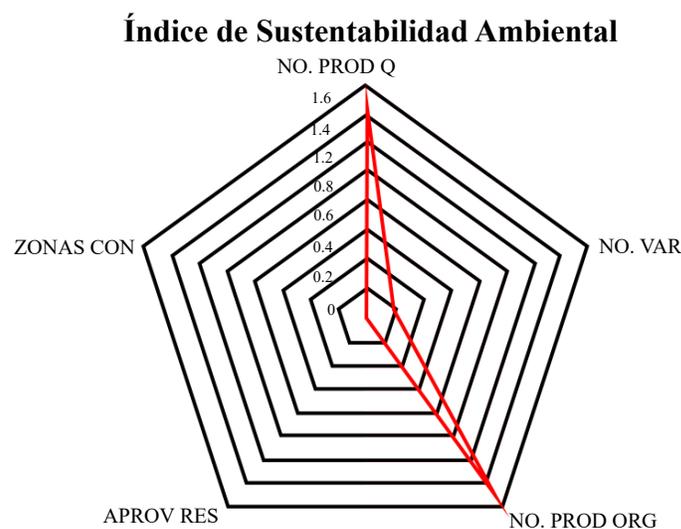


Figura 2. Indicadores de sustentabilidad ambiental del AES maíz en la comunidad de Bacabchén, Calkiní, Campeche. NO. PROD Q=Uso de agroquímicos en cultivos; NO. VAR= Variedades de maíz; NO. PROD ORG=número de productos orgánicos; APROV RES=Aprovechamiento de residuos; ZONAS CON=Zonas de conservación.

### 3. Sustentabilidad sociocultural

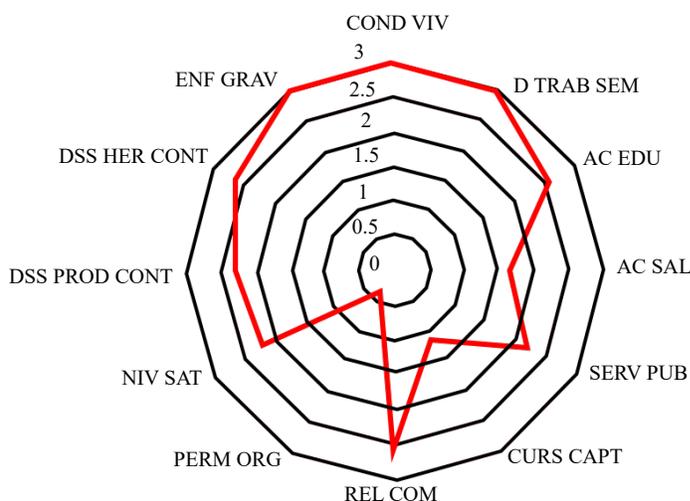
Con respecto a la dimensión sociocultural, se observa que el indicador con valor más bajo fue el Permanencia en las organizaciones (PERM ORGN=0.33) y los indicadores con valores más altos fueron el de Condiciones de la vivienda y el de días trabajados a la semana (COND VIV y D TRAB SEM=3) (Figura 3).

De acuerdo con lo mencionado por Terrazas-Tamayo *et al.* (2019), lo anterior se atribuye a la incapacidad de agrupación y asociación de productores de manera formal e informal en el sector agropecuario, lo cual es un problema común en cualquier región de México como consecuencia de malas experiencias con asociaciones pasadas y a la costumbre de trabajar de manera individual. Uzcanga-Pérez *et al.* (2020) afirman que la organización de los productores constituye una opción de mejora para el desarrollo de la actividad agrícola, la transformación social del campo y la manera de

incorporar al campesino al proceso de desarrollo social y económico del país. Asimismo, el grado de escolaridad también influye en la autonomía de las personas, debido a que adquieren y desarrollan capacidades nuevas y enriquecimiento personal que les permite establecer nuevas oportunidades de bienestar y calidad de vida.

Por otra parte, el valor de los indicadores sobresalientes (COND VIV y D TRAB SEM) se explica a las decisiones propias del jefe de familia en cuanto a la permanencia en su unidad productiva, mencionadas por Román-Ruiz y Hernández-Daumas (2010), dado a que ante los casos de disminución de ingresos por la actividad agrícola los pequeños productores tienden a optar por la prestación de sus servicios, así como emprender y profundizar en nuevas actividades a fin de lograr el alcance del bienestar de todos los integrantes de la familia en términos de la satisfacción de sus necesidades básicas.

#### Índice de Sustentabilidad Sociocultural



**Figura 3.** Indicadores de sustentabilidad sociocultural del AES maíz en la comunidad de Bacabchén, Calkiní, Campeche. COND VIV=Condición de la vivienda; D TRAB SEM=situación de empleo; AC EDU=Acceso a la educación; AC SAL=Acceso a servicios de salud; SERV PUB=Acceso a servicios públicos; CURS CAPT=Cursos de capacitación; REL COM=Relación con otros miembros; PERM ORG=Permanencia en organización; NIV SAT=Satisfacción por la agricultura; DSS PROD CONT=Deseos del productor de continuar en la agricultura; DSS HER CONT=Deseos del heredero de continuar en la agricultura; ENF GRAV=Presencia de enfermedad grave.



#### 4. Índice de Sustentabilidad General del Agroecosistema Maíz Blanco

En la Figura 4 se observa que tanto el indicador económico como el ambiental se encuentran por debajo del valor umbral 2 (1.71 y 0.72, respectivamente) para considerarse como sustentable de acuerdo con Sarandón *et al.* (2006), sólo el indicador sociocultural se encontró con valor de 2.08.

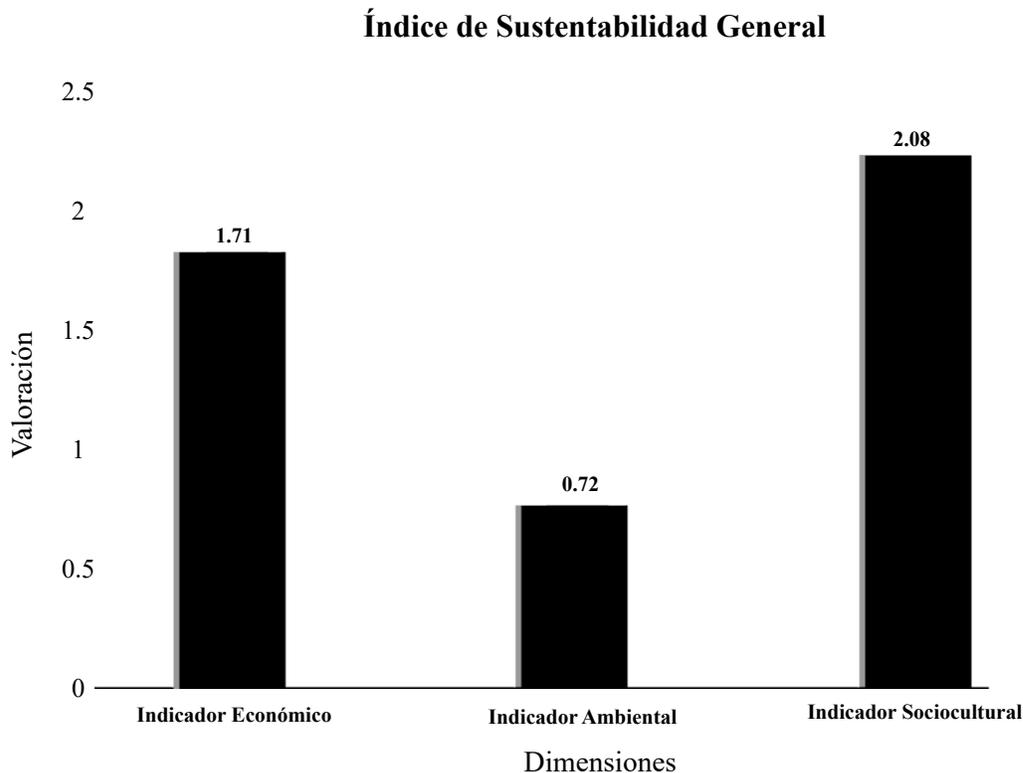


Figura 4. Índice de Sustentabilidad General del agroecosistema maíz blanco de la comunidad de Bacabchén, Calkiní, Campeche.

Al respecto, autores como Tirado-Malaver *et al.* (2024) encontraron en el AES de papa a la dimensión social como sustentable comparada con la dimensión económica. Valarezo *et al.* (2020) también reportaron un valor sustentable para la dimensión social en el AES de limón, en donde el 100% las fincas evaluadas resultaron con valores superior a dos para todos los indicadores analizados, destacando el grado de aceptación del sistema productivo en la

comunidad de establecimiento.

Por otra parte, Uzcanga-Pérez *et al.* (2020) reportaron en su estudio que la sustentabilidad de las unidades de producción de maíz en Campeche se encuentra en condición moderada, por lo que recomiendan adoptar mejores prácticas para conservación de materia orgánica en el suelo. Lo anterior, explica que en este estudio la dimensión económica y ambiental se hayan encontrado como no sustentables de

acuerdo con los criterios de Sarandón *et al.*, (2006).

Así mismo, respecto al panorama anterior, Espinola *et al.* (2017) también complementan que las unidades productivas diversificadas (integración de la agricultura, ganadería y forestal) permiten que las familias tengan una relativa autosuficiencia alimentaria y sus ingresos estén sustentados en algunas épocas por la venta de los excedentes de los cultivos, por la venta de los animales y por la venta de los árboles forestales como es el caso de la comunidad de Huapra, Perú, en donde tal práctica ha permitido enfrentar riesgos económicos y alimenticios.

## Conclusiones

Debido a diversas prácticas que los productores realizan en el agroecosistema maíz de la comunidad de Bacabchén, Campeche, se consideró que este agroecosistema no es sustentable con un valor de 1.50.

Ante esta situación es necesario enfocar estrategias sostenibles encaminadas al manejo del agroecosistema en los aspectos sociales, económicos y ambientales, dado que la importancia radica en la de proveer un grano básico identitario del cual dependemos todos los mexicanos.

## Agradecimientos

Al CONAHCYT por el proyecto de Investigadores por México. Al Colegio de Postgraduados Campus Campeche. A todos los productores de maíz de la comunidad de Bacabchén por el apoyo con sus respuestas.

## Referencias

- Cruz-González, A., Arteaga-Ramírez, R., Sánchez-Cohen, I., Soria-Ruiz, J., Monterroso-Rivas, A.I. (2024). Impactos del cambio climático en la producción de maíz en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v15i1.3327>
- Espinola, J.E., Plá, L., Montañez, M., Leyva, E. J. W., Cáceres, J.V.A. (2017). Evaluación de la sustentabilidad del sistema agrícola de la comunidad de Huapra (Perú). *Investigación operacional*, 38 (1), 91-100.
- Franco-Valderrama, A.M., Caamal-Cauich, I., Pat-Fernández, V.G., Ramírez-Hernández, J.J. (2022). Sustentabilidad del sistema de producción de limón persa en Martínez de la Torre, Veracruz. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* <https://doi.org/10.22231/asyd.v19i2.1376>
- González-Cortés, N., Silos-Espino, H., Estrada-Cabral, J.C., Chávez-Muñoz, J.A., Tejero-Jiménez, L. (2016). Características y propiedades del maíz (*Zea mays* L.) criollo cultivado en Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7 (3), 669-680.
- González-Flores, S., Guajardo, L.G., Almeraya-Quintero, S.X., Pérez-Hernández, L. M., Sangerman-Jarquín, D.M. (2020). Evaluación de la sustentabilidad del cultivo de maíz en Villaflores y La Trinitaria, Chiapas. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas*. 11(7), 1565-1578.



- Haydee, B. (2011). Metodología e indicadores de evaluación de sistemas agrícolas hacia el desarrollo sostenible. *Revista CICIAG*, 8(1), 1-18.
- Martínez, A.F.B. (2020). La sustentabilidad del agroecosistema maíz (*Zea mays* L.) en la región Frailesca, Chiapas, México. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias Agropecuarias y sustentabilidad. Facultad de Ciencias Agronómicas Campus V. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 160 p.
- Monografía del Municipio de Calkiní. INDEFOS. Campeche, México. (2001). Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 54 pp.
- Román-Ruiz, S.I., Hernández-Daumas, S. (2010). Seguridad alimentaria en el municipio de Oxchuc, Chiapas. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 7 (1), 71-79.
- Rovere, M. (1999). Redes en salud: un nuevo paradigma para el abordaje de las organizaciones y la comunidad. Rosario: Secretaría de Salud Pública/AMR, Instituto Lazarte.
- SADER. (2023). (Maíz, cultivo de México. 2023. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural | 10 de marzo de 2023, en [https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-cultivode-mexico#:~:text=Cultivo%20de%20ma%C3%ADz%20en%20M%C3%A9xico,los%2032%20estados%20del%20pa%C3%ADs.\)](https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-cultivode-mexico#:~:text=Cultivo%20de%20ma%C3%ADz%20en%20M%C3%A9xico,los%2032%20estados%20del%20pa%C3%ADs.))
- Sarandón, S.J., Zuluaga, M.S. Cieza, R. Gómez, C. Janjetic, L. Negrete, E. (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*, 1. pp.19-28.
- SIAP. (2020). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Avance de siembras y cosechas resumen por estado. <http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola-siap-gobmx/resumenproducto.do>.
- Silva, L. y Ramírez, O. (2016). Evaluación de agroecosistemas mediante indicadores de sostenibilidad en San José de las Lajas, provincia de Mayabeque, Cuba. *Revista Luna Azul*, 44(1), 2-33.
- Terrazas, A. M., De la Garza, S. P., Cruz, R.A. (2019). Las organizaciones rurales, opciones para la integración de los pequeños productores rurales del sector agrícola en San Buenaventura, Coahuila. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 45, 285-298.
- Tirado-Malaver, R.H., Tirado-Lara, R., Mendoza-Cortez, J.M., Fabián-Anastacio, N., Tirado-Malaver, R., Campos-Julca, A. 2024. Índice de sustentabilidad de la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Cutervo, Perú. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 2 (20), 1-14.
- Uzcanga-Pérez, N.G., Chanatásig-Vaca, C.I., Cano-González, A. (2020). Sustentabilidad socioeconómica y ambiental de los sistemas de producción



- de maíz de temporal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11 (5), 993-1004.
- Uzcanga- Pérez, N.H., Cano-González, A. J., Medina-Méndez, J., Espinoza -Arellano, J.J. (2015). Caracterización de los productores de maíz de temporal en el estado de Campeche, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 36, 1295-1305.
- Valarezo, C.O., Julca-Otiniano, A y Rodríguez, A. (2020). Evaluación de la sustentabilidad de fincas productoras de limón en Portoviejo, Ecuador. *RIVAR*, 7 (1), 108-120.
- Venegas-Sandoval, A. Soto-Pinto, L., Álvarez-Gordillo, G., Alayón-Gamboa, A., Díaz-Nigenda, E. (2021). La diversificación de estrategias socioambientales en la familia campesina: mecanismo de resiliencia ante la crisis del café en Chiapas. *Revista Pueblos y fronteras digital*, 16, 1-31.



# Comparación de diferentes procedimientos de secado en lechones recién nacidos sobre la vitalidad neonatal.

Bautista-Pascual B.<sup>1\*</sup>, Vallejo-Hernández L. H. <sup>1\*</sup>,  
Ruiz Ortega M.<sup>2</sup>, Vera Vázquez F. J.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México, México. CP. 56227.

<sup>2</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo. CP. 43600.

<sup>3</sup>Posgrado en Ganadería, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. CP. 56230.

*Fecha de envío: 30/abril/2025*

---

\* Corresponding author 1. E-mail: [zoobeatrizbp@gmail.com](mailto:zoobeatrizbp@gmail.com)

\* Corresponding author 2. E-mail: [mvzvallejo@gmail.com](mailto:mvzvallejo@gmail.com) Tel. 59-59-52-15-00, Ext 6549

## Resumen:

El objetivo fue comparar diferentes métodos de secado en lechones neonatos y su efecto sobre la vitalidad, temperatura corporal y niveles de glucosa en sangre. Se utilizaron camadas de 15 cerdas próximas a parto alojadas en jaulas individuales elevadas (3.4 m<sup>2</sup>), equipadas con piso slat de plástico, comederos y bebederos automáticos. Al inicio del parto, las camadas se asignaron aleatoriamente a un tratamiento: polvo secante comercial, harina de maíz nixtamalizada y toalla de papel. Se evaluaron las variables: vitalidad neonatal, temperatura rectal durante las primeras tres horas postnacimiento y niveles de glucosa en sangre al nacimiento y dos horas después del consumo de calostro. El diseño experimental fue completamente al azar, con tres tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento. Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) utilizando

el procedimiento GLM del software Statistical Analysis System (SAS), con un nivel de significancia del 95%. Las medias fueron comparadas mediante la prueba de Tukey para identificar diferencias estadísticas. El consumo de calostro durante las primeras horas de vida tiene un efecto significativo sobre la temperatura corporal del lechón. Todos los métodos de secado evaluados tuvieron un impacto positivo en la vitalidad y la temperatura rectal. La harina de maíz nixtamalizada mostró mejores resultados en temperatura rectal y vitalidad, seguida del polvo secante. La glucosa en sangre fue mayor en los tratamientos con harina y polvo respecto al control. Los resultados sugieren que el método de secado influye en la termorregulación y estado vital del neonato porcino en las primeras horas de vida.

**Palabras clave:** Lechón, secado, vitalidad, temperatura, glucosa.

## Introducción

La industrialización del sector porcino ha incrementado su rendimiento debido a la selección genética e introducción de cerdas hiperprolíficas (>15 lechones por camada), esta intensificación ha ocasionado un descuido del bienestar animal, afectando la supervivencia de los neonatos, la calidad de la carne, además de aumentar las tasas de mortalidad y provocando pérdidas económicas a los productores (Matás y Soriano, 2022). La especie porcina se caracteriza por presentar un porcentaje de mortalidad neonatal muy elevado en comparación con otras especies constituyendo aproximadamente 10 al 15% de los lechones nacidos vivos, a pesar de contar con una de las más modernas tecnologías en producción animal (Quiles, 2006).

La mortalidad neonatal en lechones sigue siendo un desafío crítico en la producción

porcina, principalmente durante las primeras 48 horas después del parto siendo el aplastamiento por la cerda la primera causa de mortalidad. No obstante, la mortalidad neonatal de lechones es el resultado de un conjunto de interacciones complejas entre la cerda, los lechones y el ambiente, de forma que identificar una causa única resulta difícil (Mainau et al., 2015; Matás y Soriano, 2022). La tasa de supervivencia del lechón recién nacido depende, en un porcentaje muy elevado, de que se establezca el ciclo de amamantamiento lo antes posible, lo cual está condicionado por la capacidad de búsqueda de la teta y por la competencia y lucha con el resto de la camada (Savino, 2019).

Debido a la naturaleza del lechón, al nacer presenta deficiencias fisiológicas muy marcadas, lo que dificulta su adaptación al nuevo medio en las primeras 24-72 horas de vida (Fortozo,



2016). El lechón experimenta un cambio drástico de temperatura en su entorno, ya que mantienen una temperatura homeostática en el útero de la cerda de 38 a 40°C, mientras que al nacer la temperatura del ambiente en el área de maternidad se encuentra entre 20 a 22°C. Este evento puede ocasionar en los primeros 20 minutos de vida del neonato una caída en la temperatura corporal de 2°C, incrementando la mortalidad por hipotermia (Islas et al., 2021; Vande Pol et al., 2020).

En este contexto, el secado inmediato del cuerpo del lechón ha sido propuesto como una estrategia efectiva para mitigar la pérdida de calor por evaporación de fluidos amnióticos (Olvera et al., 2021; García et al., 2023). En un estudio realizado (Vande Pol et al., 2020) demostraron que el uso de desecantes comerciales mejora significativamente la temperatura rectal durante las primeras 24 horas de vida, especialmente en lechones de bajo peso y en ambientes fríos. Sin embargo, el tipo de material utilizado puede influir en la eficiencia del secado, de modo que su evaluación comparativa resulta esencial para establecer recomendaciones prácticas.

Por ello, es de suma importancia la intervención de secado como estrategia para reducir la pérdida de calor debido a la evaporación de líquidos amnióticos de la superficie del cuerpo; sin embargo, su efectividad puede variar dependiendo del material de secado utilizado (Vande, 2020). El objetivo de este estudio es determinar el efecto del método de secado al nacimiento sobre los cambios de temperatura

rectal y vitalidad de los lechones, además de determinar si existe una relación entre el nivel de glucosa en sangre, la vitalidad y la temperatura del lechón y realizar una evaluación económica para determinar el mejor secante según estos criterios.

## Material y Métodos

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el módulo de porcinos en la granja experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, ubicada en el Km. 38.5 Carretera México – Texcoco, Chapingo, Texcoco, Estado de México. Donde se utilizaron camadas procedentes de 15 cerdas Large White x Pietrain y Landrace x Large white próximas a parto en el periodo comprendido de septiembre a diciembre de 2022.

Las cerdas fueron alojadas cuatro días previos a la fecha probable de parto en jaulas elevadas individuales de 3.4m<sup>2</sup> de superficie, con piso (slats) de plástico, con comedero y bebedero automático. En cada jaula se contó con un nido con microclima para lechones de 1m<sup>2</sup> de superficie y una lámpara incandescente tipo reflector BR40. La temperatura ambiental se midió con un termómetro digital para interior y exterior (Steren®), la sala se mantuvo a una temperatura promedio de 23.3°C y los nidos a una temperatura promedio de 26.8°C.

El manejo farmacológico en el periparto fue: 2 ml de Celosil®, 24 horas antes del parto y 2 ml de carbetocina para detonar el parto. Al inicio del parto, las camadas fueron asignadas aleatoriamente a un tratamiento (Cuadro 1).



Cuadro 1. Tratamientos experimentales.

Tratamiento	Método de secado	Número de camadas	Número de lechones promedio
1	Toalla de papel (Sanitas)	5	7
2	Harina de maíz nixtamalizada	5	8
3	Polvo secante (Vidasec®)	5	8

Se consideró el secado con toalla de papel como tratamiento control, debido a que es el método utilizado en la granja experimental.

Todos los procedimientos que involucran el manejo de animales se desarrollaron bajo el protocolo de uso y cuidados de animales experimentales del Colegio de Postgraduados-Montecillo.

## 1. Variables evaluadas

Para la recopilación de datos se diseñó un formato específico que abarcó las diferentes variables de interés.

### 1.1. Vitalidad neonatal

Después del nacimiento la vitalidad se evaluó mediante una puntuación de vitalidad descrita por Zaleski y Hacker (1993) y modificada por Motas Rojas (2006). Cada criterio se calificó del cero (el peor) a dos (el mejor), de modo que las puntuaciones generales se establecieron en una escala de 0 a 10 para cada lechón.

### 1.2. Temperatura rectal

Se tomó la temperatura a cada lechón vía rectal con un termómetro digital de punta flexible (Benesta), al nacimiento y cada hora durante tres horas.

### 1.3. Frecuencia cardiaca

Se midió la frecuencia cardiaca de cada lechón con ayuda de un estetoscopio de doble campana (CheckATek®) en la parte proximal del tórax del lado izquierdo, durante 15 segundos y se multiplicó por cuatro para obtener la frecuencia por minuto.

### 1.4. Secado del lechón

Se secó a los lechones según el método que se le haya asignado a la camada, en el caso de la harina de maíz nixtamalizada y el polvo secante, se esparcieron sobre la piel cuidando de no obstruir las vías respiratorias.

### 1.5. Glucosa en sangre

La muestra sanguínea fue colectada inmediatamente después del secado del lechón y corte del cordón (Glucosa tiempo 1), esta muestra se extrajo mediante sangrado por la vena cefálica, mediante una punción con jeringas para insulina, se tomó una segunda muestra dos horas después del consumo de calostro (Glucosa tiempo 2). Con la muestra obtenida se determinó la glucosa en sangre con ayuda de un glucómetro (Contour plus®).

Inmediatamente después del muestreo de sangre, los lechones fueron identificados con un número



en el dorso según su orden de nacimiento. Posteriormente se pesaron y finalmente se devolvieron a la región vulvar de su madre.

## 2. Análisis estadístico

Los datos fueron analizados en un Diseño Completamente al Azar, con tres tratamientos y cinco repeticiones con un Análisis de Varianza mediante el Modelo Lineal General (GLM) con el procedimiento PROC GLM del paquete estadístico SAS (2022). Todos los análisis se realizaron con un nivel de confianza de 95% o  $\alpha = 0.05$ . Se utilizó la prueba de Tukey para establecer diferencias estadísticas de los tratamientos respecto al testigo. Con el procedimiento PROC MEANS se obtuvieron los datos descriptivos (media, desviación estándar, coeficiente de variación, mínimo, máximo y curtosis) para todas las variables (Herrera y García, 2019).

## Resultados y Discusiones

De acuerdo con el cuadro 2, se observaron diferencias ( $P < 0.05$ ) en vitalidad entre el tratamiento con harina de maíz nixtamalizada ( $7.28 \pm 1.51$ ) y sanitas ( $6.94 \pm 1.83$ ). La glucosa al tiempo uno no presentó diferencias en los tratamientos polvo y harina de maíz nixtamalizada ( $P > 0.05$ ), sin embargo, con el tratamiento sanitas fue menor ( $50.66 \pm 17.71$  mg/dL). Islas, et al. (2018) sugiere que el secado de los neonatos al nacimiento se correlaciona de manera positiva con la vitalidad, el vigor y la ingesta de calostro. Según lo informado por Farmer C. y Edwards S. (2020) lechones con baja vitalidad presentaron 50% menos glucógeno muscular al nacer, en comparación con lechones normales. Estos resultados sugieren que la disponibilidad de glucosa en forma de energía, afecta el movimiento del lechón, el cual es evaluado en la escala de vitalidad, provocando lechones con puntuaciones bajas de vitalidad y, asimismo, bajos niveles de glucosa en sangre.

**Cuadro 2.** Efecto del método de secado sobre las variables de vitalidad y glucosa al nacimiento y 2 horas postprandial de lechones neonatos.

Variable	Polvo	Harina de maíz nixtamalizada	Sanitas	Pr > F
Vitalidad	$7.07 \pm 1.81^{ab}$	$7.82 \pm 1.51^b$	$6.94 \pm 1.83^a$	0.0487
Peso (kg)	$1.50 \pm 0.45^a$	$1.62 \pm 0.50^a$	$1.60 \pm 0.37^a$	0.4567
Glucosa tiempo 1 (mg/dL)	$74.4 \pm 30.17^a$	$65.7 \pm 23.95^a$	$50.66 \pm 17.71^b$	0.0001
Glucosa tiempo 2 (mg/dL)	$92.24 \pm 34.80^a$	$87.73 \pm 26.85^a$	$73.94 \pm 46.61^a$	0.0739

<sup>abc</sup>= literales diferentes por columna indican contraste estadístico entre tratamientos.



En el cuadro 3, se muestran los cambios en temperatura rectal durante las primeras 3 horas de vida de los lechones estudiados. En las temperaturas al tiempo dos, tres y cuatro hubo diferencias entre los tratamientos de harina de maíz nixtamalizada y sanitas ( $P < 0.05$ ). Las condiciones ambientales, temperatura de sala y de nido, fueron más bajas para el tratamiento con polvo secante ( $22.82 \pm 2.87$  y  $24.52 \pm 2.13$

$^{\circ}\text{C}$ , respectivamente) y con diferencia entre los tratamientos con harina de maíz nixtamalizada y sanitas ( $P < 0.05$ ). Islas et al. (2018) plantea que existen diversos factores como el consumo de calostro, peso al nacimiento, sexo, índice de masa corporal, entre otros que contribuyen de manera significativa para que los neonatos puedan recuperar una temperatura corporal estable dentro de las primeras horas de vida.

**Cuadro 3.** Cambios en la temperatura rectal durante las primeras 3 horas de vida de los lechones secados con diferentes métodos.

Variable	Polvo	Harina de maíz nixtamalizada	Sanitas	Pr > F
Temperatura (1)	$36.17 \pm 1.65^a$	$36.13 \pm 1.62^a$	$36.35 \pm 1.85^a$	0.8363
Temperatura (2)	$37.38 \pm 2.05^{ab}$	$38.00 \pm 1.01^b$	$37.04 \pm 1.59^a$	0.0327
Temperatura (3)	$37.90 \pm 0.94^{ab}$	$38.41 \pm 0.61^b$	$37.51 \pm 1.99^a$	0.0146
Temperatura (4)	$38.13 \pm 0.72^{ab}$	$38.39 \pm 0.56^b$	$37.83 \pm 1.18^a$	0.0256
Temperatura de Sala	$22.82 \pm 2.87^a$	$24.32 \pm 1.42^b$	$23.93 \pm 1.89^b$	0.0100
Temperatura en nido	$24.51 \pm 2.13^a$	$27.96 \pm 1.26^b$	$27.32 \pm 1.99^b$	<.0001

<sup>abc</sup>= literales diferentes por columna indican contraste estadístico entre tratamientos.

Temperatura (1): al nacimiento, Temperatura (2): a la primer hora de vida, Temperatura (3): a la segunda hora de vida y Temperatura (4): a la tercer hora de vida.

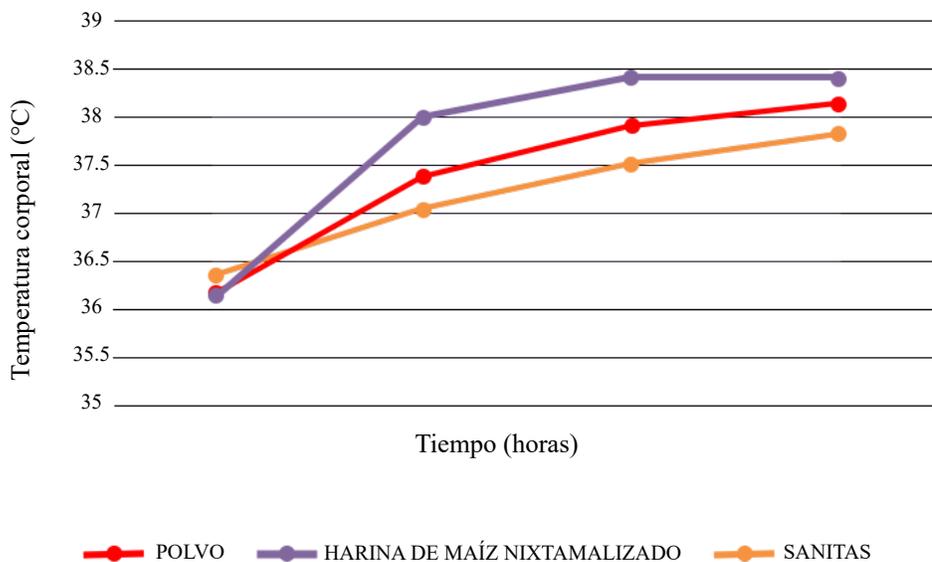
En la figura 1, se muestra la evolución de la temperatura corporal de los lechones en grados centígrados con los diferentes métodos utilizados en el secado. Los resultados obtenidos en este estudio coinciden parcialmente con lo reportado por Vande Pol et al. (2020, 2021), quienes observaron mejoras térmicas significativas en lechones secados con productos absorbentes en comparación con controles sin secado. En este caso, el tratamiento con harina de maíz obtuvo mejores resultados al aumentar la temperatura de los lechones en

comparación con los otros métodos utilizados, seguida del polvo y finalmente las sanitas. La respuesta del método con polvo pudo estar afectada por las condiciones ambientales ya que las temperaturas de sala ( $22.8^{\circ}\text{C}$ ) y nido ( $24.51^{\circ}\text{C}$ ) fueron menores, pudiendo provocar mayores problemas para la termorregulación de los lechones. Estos hallazgos respaldan lo planteado por Devillers et al. (2011), quienes señalaron que una temperatura rectal estable durante las primeras horas postnacimiento está directamente relacionada con una mejor



absorción de calostro y, por ende, con un mejor desempeño inmunológico y energético. Islas, et al. (2018) plantean que las condiciones ambientales en la sala de maternidad ayudan a la termorregulación, aunque el lechón cuente con bajas reservas, si se les provee de condiciones termoneutras en el ambiente, el neonato conectará más rápido con la teta de la madre e incrementará sus reservas de glucógeno ayudando a cubrir sus necesidades de mantenimiento, incluidas la termorregulación y la actividad física. Asimismo, Espinal (2021) documentó que el secado con desecantes no solo mejora la temperatura corporal, sino que también acelera el inicio del comportamiento de succión, lo cual concuerda con nuestros hallazgos respecto a la glucosa en sangre. El hecho de que los tratamientos con mejores resultados térmicos también presentaran niveles más altos de glucosa postcalostro sugiere una relación entre la termorregulación eficaz y la

eficiencia en la ingesta de nutrientes, como también lo reportaron Farmer y Edwards (2020). De acuerdo con Bautista (2009) en condiciones de frío, el cerdo recién nacido muestra una temperatura rectal menor a los cerdos mantenidos en un ambiente de termoneutralidad. Por otro lado, la harina de maíz nixtamalizada resultó tener mejor resultados en comparación con las Sanitas, a pesar de que estos no presentaron diferencias en las temperaturas de sala y nido, esto puede deberse a la capacidad de absorción de agua en cada tratamiento. Es importante considerar una intervención de secado como una estrategia para reducir la pérdida de calor por evaporación de fluidos amnióticos, de acuerdo con un estudio realizado por Olvera et al., (2021) los lechones secados tuvieron un aumento de temperatura mayor en comparación con los que no fueron secados, se debe considerar que su efectividad puede variar según el material utilizado.



**Figura 1.** Evolución de la temperatura corporal (°C) en lechones neonatos con diferentes métodos de secado.

En la figura 2, se muestra la correlación positiva entre el peso y la glucosa al tiempo dos. Se puede observar que, a mayor peso del lechón al nacimiento, mayores serán los valores de glucosa dos horas después del consumo de calostro, que coincide con la toma de muestra de glucosa al tiempo dos. Ramírez et al. (2018) reporta que los lechones con bajo peso al nacimiento tienen un consumo de calostro de 50 gramos menor en comparación con lechones de pesos altos. Quiles (2014) afirma que, si el lechón no es capaz de ingerir la cantidad suficiente de alimento, no podrá mantener la homeostasis de la glucosa y pasará a un estado de hipoglucemia. Asimismo, Farmer C. y Edwards S. (2020) demostraron

que la glucosa en sangre aumento rápidamente después del nacimiento en lechones normales, mientras que en lechones con baja vitalidad tomo 8 horas para que se presentara dicho aumento. Los tratamientos con sanitas y harina de maíz nixtamalizada obtuvieron mayores valores de glucosa al tiempo dos en lechones mayores de dos kg, mientras que el polvo obtuvo mejores resultados en lechones de uno a dos kg de peso. Ramírez et al. (2018) sugieren que los neonatos que presentan mayores alteraciones en la vitalidad son aquellos que nacen con un peso inferior a un kg, debido a que se encuentran comprometidos en términos de reservas de energía y susceptibilidad al frio, debido a bajas grasas corporales.

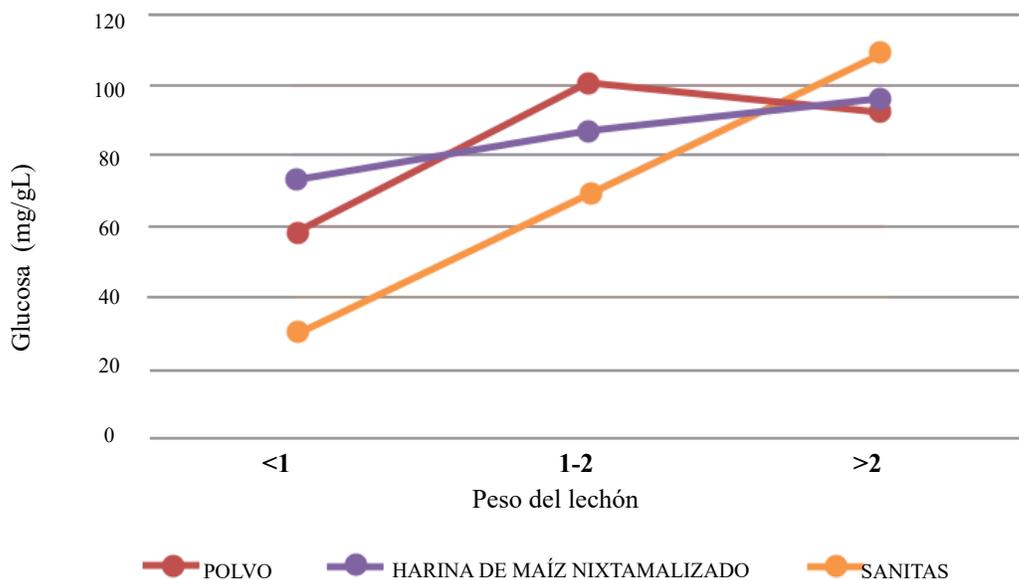


Figura 2. Valores de glucosa en el tiempo dos y peso del lechón en los diferentes tratamientos.

## Conclusiones

El uso de harina de maíz nixtamalizada como método de secado al nacimiento favoreció una mayor temperatura rectal y vitalidad neonatal en comparación con los otros tratamientos. Las

condiciones ambientales durante la aplicación de los tratamientos pudieron influir en los resultados obtenidos. Estos hallazgos destacan la importancia del secado inmediato del lechón para favorecer su adaptación postnatal.



## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores del presente artículo declaran que no existe ningún tipo de conflicto de intereses, ni ninguna relación económica, personal, política, interés financiero, ni académico que pueda influir en el juicio de los mismos.

## Referencias

- Bautista Lozano, J. A. (2009). Evaluación comparativa del efecto de dos diferentes procedimientos de secado en lechones recién nacidos sobre el mantenimiento de la temperatura corporal. UNAM.
- Devillers, N., Farmer, C., Mounier, A. M., & Le Dividich, J. (2011). Variability in colostrum production by sows and immunoglobulin G concentrations in colostrum and piglet serum. *Animal*, 5(5), 709–717. <https://doi.org/10.1017/S1751731110002271>
- Espinal, A. O. (2021). The use of drying agents in the farrowing crate and their effect on piglet performance. University of Illinois at Urbana-Champaign. <https://www.ideals.illinois.edu/items/121006>
- Farmer, C., & Edwards, S. A. (2020). The neonatal pig: developmental influences on vitality. En: C. Farmer (Ed.), *The Suckling and Weaned Piglet* (pp. 9–39). Wageningen Academic Publishers. <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-894-0>
- Fortozo Monroy, I. (2016). Principales causas de mortalidad perinatal por manejo en lechones. UAEM. México. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/49830/TESINA-IFM-04-16.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, L. M., Rangel, C. A., & Hernández, V. J. (2023). Estrategias térmicas en la maternidad porcina: impacto del secado y acondicionamiento ambiental. *Revista de Ciencias Veterinarias*, 36(2), 55–66. <https://doi.org/10.5354/rcv.v36i2.62342>
- Islas Fabila, P., Bonilla J. H., Corrales H. A., Cruz C. L. A. y Roldán S. P. (2021). Factores que influyen en el mantenimiento de la temperatura del lechón recién nacido. Bmeditores. [https://www.researchgate.net/publication/348818760\\_Factores\\_que\\_influyen\\_en\\_la\\_temperatura\\_del\\_lechon\\_recien\\_nacido](https://www.researchgate.net/publication/348818760_Factores_que_influyen_en_la_temperatura_del_lechon_recien_nacido)
- Islas Fabila, P., Mota Rojas, D., Martínez Rodríguez, R., Ramírez Mecoechea, R., Mora Medina, P. y Pérez Pedraza, E. (2018). Termorregulación del recién nacido. *Los porcicultores y su entorno*. 21(125). 160-184. <https://bmeditores.mx/porcicultura/revistas/septiembre-octubre-2018/>
- Mainau, E., Temple, D. y Manteca, X. (2015). Pre-weaning mortality in piglets. *FAWEC*. Enero. No. 11. [https://www.fawec.org/media/com\\_lazypdf/pdf/fs11-es.pdf](https://www.fawec.org/media/com_lazypdf/pdf/fs11-es.pdf)
- Matás PC; Soriano U.C. 2022. Cerdas hiperprolíficas y bienestar animal, ¿son compatibles?. *SUIS*. (nú. 189). 22-27. <https://www.ivis.org/sites/default/files/library/suis/189/Suis189-3.pdf>
- Olvera Vega, E., Olvera García M., Salgado S.,



- Villar G. y Casarín A. (2021). SECADO DE LECHONES AL NACIMIENTO: una intervención para reducir el riesgo de mortalidad predestete. Marzo-abril 78-82. <https://bmeditores.mx/porcicultura/revistas/marzo-2021/>
- Quiles Sotillo, A. (2014). Importancia del calostro en la termorregulación del lechón. Revista Info Ingaso. Núm. 16 Septiembre. 2-3. [https://www.researchgate.net/profile/Deborah-Temple/2/publication/268817348\\_Evaluacion\\_del\\_bienestar\\_animal\\_en\\_las\\_granjas\\_porcinas/links/5478a1090cf205d1687f77b5/Evaluacion-del\\_bienestar-animal-en-las-granjas-porcinas.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Deborah-Temple/2/publication/268817348_Evaluacion_del_bienestar_animal_en_las_granjas_porcinas/links/5478a1090cf205d1687f77b5/Evaluacion-del_bienestar-animal-en-las-granjas-porcinas.pdf)
- Quiles, A. y Hevia, M. L. (2006). Factores que afectan la tasa de mortalidad neonatal de los lechones. Departamento de producción animal. Facultad de veterinaria. Universidad de Murcia. Portal veterinaria. Recuperado el 26 de agosto de 2022 de: <https://www.portalveterinaria.com/porcino/articulos/2837/factores-que-afectan-la-tasa-de-mortalidad-neonatal-de-los-lechones.html>
- Ramírez Necoechea, R., Islas Fabila, P., Mota Rojas, D., Mora Medina, P. y González Lozano, M. (2018). ¿Cómo evaluar la vitalidad en el recién nacido?: valoración en cachorros, becerros y lechones. Los porcicultores y su entorno. Año 20. Vol. 124. Julio-agosto. Pp. 192-207. <https://bmeditores.mx/secciones-especiales/como-evaluar-la-vitalidad-en-el-recien-nacido-valoracion-en-cachorros-becerros-y-lechones-1513/>
- Savino, Lina. (2019). Factores que inciden en la mortalidad perinatal de los lechones-informe especial. Suen a campo. Recuperado el 26 de agosto de 2022. <http://suenaacampo.com/2019/10/26/factores-que-inciden-en-la-mortalidad-perinatal-de-los-lechones-informe-especial/>
- Vande Pol, K. D., Ellis, M., & Alencar, S. A. S. (2021). Effect of drying piglets at birth on early piglet performance and preweaning survival. Journal of Animal Science, 99(1), skab002. <https://doi.org/10.1093/jas/skab002>
- Vande Pol, K. D., Tolosa, A. F., Shull, C. M., Brown, C. B., Alencar, S. A. S., & Ellis, M. (2020). Effect of method of drying piglets at birth on rectal temperature over the first 24 h after birth. Translational Animal Science, 4(4), txaa183. <https://doi.org/10.1093/tas/txaa183>



# Primer reporte de *Otobius megnini* (Argasidae) en perros (*Canis familiaris*) domiciliados del estado de Veracruz.

Rivera-Ruiz S.<sup>1</sup> , Fuentes-Cervantes G.<sup>1</sup> , Gómez-De-Anda F. R.<sup>2</sup> ,  
Ponce-Noguez J. B.<sup>3</sup> , de-la-Rosa-Arana J. L.<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán; Universidad Nacional Autónoma de México.

<sup>2</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias; Universidad Autónoma de Hidalgo.

<sup>3</sup>Facultad Maya de Estudios Agropecuarios; Universidad Autónoma de Chiapas .

Fecha de envío: 02/Mayo/2025

## Resumen:

El vínculo humano-perro es tan estrecho, que hay personas que consideran al perro como integrante de su familia, lo cual resulta benéfico para ambas partes; sin embargo, esta cercanía puede representar un riesgo de exposición a enfermedades transmitidas por vector. En este trabajo reportamos por primera vez la presencia de la garrapata *Otobius megnini* (Argasidae) en un perro mestizo domiciliado en el puerto de Veracruz. Durante las actividades en la consulta veterinaria llevadas a cabo entre los meses de junio a agosto de 2023, los ectoparásitos que se identificaron en cada animal se retiraron manualmente a contra pelo, procurando la sujeción cuidadosa de las estructuras de fijación con el fin de mantener las estructuras morfológicas intactas. Los ejemplares colectados se preservaron en etanol al 70% y se enviaron al laboratorio para su identificación morfológica mediante el uso de microscopía de campo claro. Se auscultaron 45 perros y se encontraron 15 con ectoparásitos (33.3%

de frecuencia). En total se recuperaron 62 ejemplares ubicados en los géneros *Ctenocephalides felis* (2 hembras), *Rhipicephalus sanguineus* (41 hembras y 17 machos) y *Otobius megnini* (2 ninfas). En este trabajo confirmamos que *Ctenocephalides felis* (Pulicidae) y *Rhipicephalus sanguineus* (Ixodidae) son parásitos habituales de perro; sin embargo, *Otobius megnini* (Argasidae), se ha reportado habitualmente en bovinos y equinos de las zonas central y norte del país, pero no hay reportes en fauna doméstica en la zona Oriente del país. La presencia de *O. megnini* en perros domiciliados implica la introducción de la garrapata a las viviendas de los seres humanos. La identificación de *O. megnini* en perros domiciliados resulta de importancia, ya que se estima que el 69.8% de los hogares en México tienen mascotas, de los cuales 54.75% son perros.

**Palabras clave:** *Otobius-megnini*, perros-domiciliados, enfermedades-vectoriales, Argasidae, Puerto-de-Veracruz.

## Introducción

Actualmente las enfermedades transmitidas por vector han cobrado fuerza debido a factores como el cambio climático, el comercio, la producción pecuaria, la urbanización y la migración. Las enfermedades transmitidas por vector representan más del 17% de las enfermedades infecciosas y provocan más de 700,000 defunciones al año, particularmente en zonas tropicales y subtropicales, afectando mayormente a grupos poblacionales de escasos recursos económicos (OMS, 2024).

Las enfermedades transmitidas por vector pueden ser ocasionadas por parásitos, bacterias o virus (Cuadro 1) y son transmitidas al ser humano por un artrópodo hematófago hembra

con capacidad para permitir el desarrollo ontogénico del patógeno (Uribe-Álvarez & Chiquete-Félix, 2017). Las pulgas y las garrapatas son ejemplos de vectores. Las pulgas son insectos cosmopolitas con un aparato bucal chupador-picador en forma de sifón, son ápteras, de cuerpo endurecido y aplanado lateralmente; las pulgas presentan patas y coxas largas adaptadas para el salto (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018). Las garrapatas son arácnidos cosmopolitas, se encuentran divididas en gnatosoma (aparato succionador) e idiosoma (cuerpo). El gnatosoma está dividido en base, hipostoma alargado con dientes retrógrados, palpos y quelíceros. La región anterior del



ideosoma en la que se insertan las patas se llama podosoma, mientras que la región posterior a las patas es llamada opistosoma. Las ninfas e imagos cuentan con cuatro pares de patas, mientras que las larvas con tres (Lareschi, 2017).

Las garrapatas duras o Ixodidae, se distribuyen a lo largo de toda la República Mexicana y se caracterizan por la presencia de una placa dorsal quitinizada conocida como escudo, la cual, ocupa un tercio del dorso de las hembras y cubre enteramente el dorso de los machos. Existen dos grupos definidos por aspectos morfológicos y biológicos, *Prostriata* (*Ixodes affinis*) y *Metastriata* (*Rhipicephalus sanguineus*). Las garrapatas blandas o Argasidae, no presentan escudo dorsal, por lo que es posible observar la totalidad de su cutícula en un idiosoma de bordes continuos y abundantes (Lareschi, 2017). En particular, la especie *Otobius megnini* es conocida como la garrapata espinosa del oído o de la oreja debido a que vive en el canal auditivo de sus hospedadores (Rajakaruna & Diyes, 2019). Aunque se estima que *O. megnini* se distribuye a lo largo de toda la República Mexicana, los reportes formales son escasos. Existe evidencia previa que describe el hallazgo de la garrapata en fauna silvestre (coyote, venado, tapir), en fauna peridoméstica pecuaria (ovinos, bovinos, equinos) e incluso en perros y gatos domésticos (López-Pérez *et al.*, 2024; Rodríguez-Vivas *et al.*, 2021; Zárate-Ramos *et al.*, 2014). La tercera familia de garrapatas,

*Nuttalliellidae*, está constituida por una sola especie descrita, *Nuttalliella namaqua*, la cual se encuentra confinada en el sudeste de África (Guillén-Martín *et al.*, 2023).

Actualmente, la cultura del *perrhijo* es un modelo social donde se trata a los animales de compañía como parte de la familia, estableciendo un vínculo emocional similar al de un hijo. En muchos casos, el interior del domicilio es co-habitado por dueños y perros, donde se les da ropa, accesorios y juguetes; también es frecuente que los perros duerman en la cama de los dueños. Este modelo social se encuentra asociado a la imposibilidad de formar una familia, sustituyendo a la propuesta de modelo original, el cual seguramente inició con la domesticación del lobo (hace unos 14,000 y 29,000 años); probablemente, los lobos esperaban los restos de comida de los cazadores, quienes se beneficiaban de la protección y defensa que inspiraban los lobos a otros animales (García-Jiménez & Herrera-Camacho, 2020). Los datos que se desprenden de este trabajo son importantes porque se estima que 69.8% de los hogares en México tienen mascotas, de los cuales 54.75% son perros (INEGI, 2021). Por lo tanto, el vínculo humano-perro puede representar un riesgo de exposición a enfermedades transmitidas por vector (Cuadro 1). En este trabajo reportamos por primera vez la presencia de la garrapata *Otobius megnini* (Argasidae) en un perro mestizo domiciliado en el puerto de Veracruz.



Cuadro 1. Principales agentes etiológicos transmitidos por ectoparásitos

Vector	Enfermedad	Agente etiológico	Microorganismo
Pulgas	Tungiasis	<i>Tunga penetrans</i>	Pulga
	Himenolepiosis	<i>Hymenolepis nana</i> <i>H. diminuta</i>	Cestodo
	Dipilidiasis	<i>Dipylidium caninum</i>	Cestodo
	Peste (de ratas al ser humano)	<i>Yersinia pestis</i>	Bacteria
Garrapatas	Babesiosis	<i>Babesia canis</i>	Protozoo Apicomplejo
	Hepatozoonosis	<i>Hepatozoon canis</i> <i>Hepatozoon americanum</i>	Protozoo Apicomplejo
	Fiebre maculosa de las Montañas Rocosas	<i>Rickettsia rickettsii</i>	Bacteria
	Fiebre botonosa	<i>Rickettsia conorii</i>	Bacteria
	Enfermedad de Lyme	<i>Borrelia burgdorferi</i>	Bacteria
	Fiebre recurrente (Borreliosis)	<i>B. duttonii</i> , <i>B. hermsii</i> , <i>B. parkeri</i> , <i>B. crocidurae</i> y <i>B. hispánica</i>	Bacteria
	Fiebre Q	<i>Coxiella burnetii</i>	Bacteria
	Ehrlichiosis	<i>E. canis</i>	Bacterias
	Hemobartonelosis o micoplasmosis hemotrópica	<i>Mycoplasma haemocanis</i>	Bacteria
	Tularemia	<i>Francisella tularensis</i>	Bacteria
	Fiebre hemorrágica de Crimea-Congo	<i>Nairovirus</i>	Virus
	Encefalitis transmitida por garrapatas	Virus de la encefalitis por garrapatas	Virus

El cuadro se elaboró con los datos de Álvarez, 2017; Escobedo, 2015; Ewing, 2003; Martínez-Barbabosa *et. al.*, 2014; Pineda-Monsalve, 2022; OMS, 2024.

## Material y Métodos

### 1. Lugar de Estudio y Método de colecta

La colecta de especímenes fue efectuada por un grupo de estudiantes dirigidos por uno de nosotros (Dr. Jesús-Benjamín Ponce-Noguez), quienes estuvieron adscritos a una clínica veterinaria del Puerto de Veracruz para realizar prácticas de docencia durante el periodo comprendido entre los meses de junio a agosto de 2023. En este

periodo de 3 meses, se auscultaron 45 perros domiciliados por oportunidad de manera no probabilística. Los ectoparásitos observados se retiraron manualmente empleando guantes de nitrilo, procurando la sujeción cuidadosa de las estructuras de fijación del espécimen y extrayendo a contra pelo con el fin de evitar lesiones en el animal y de preservar las



estructuras de identificación morfológica. Los ejemplares se preservaron en etanol al 70% sin el uso de aditivos y se enviaron al laboratorio para su identificación morfológica mediante el uso de microscopía de campo claro. Se descartaron los especímenes incompletos.

## 2. Identificación morfológica

La identificación morfológica de los ectoparásitos se llevó a cabo mediante claves taxonómicas. Para las pulgas, el género se determinó mediante el uso de claves para taxones supra-específicos de siphonapteras de México (Acosta & Morrone, 2003), mientras que la especie se determinó mediante una clave pictórica (Campbell, 2025), basándose en la morfología de cabeza, ctenidios genales y pronotales. Para la identificación de las garrapatas, se realizó la diferenciación entre familias, ubicando la posición del gnatosoma. Para *Rhipicephalus sanguineus* se consideró la forma del gnatosoma, el tamaño del escudo, las coxas, los surcos, los festones y el espiráculo respiratorio (Martínez-Ibáñez, 2015). *Otobius megnini* se identificó basándose en el gnatosoma, el hipostoma, el tegumento y el espiráculo respiratorio (Martínez-Ibáñez, 2015; Guzmán-Cornejo *et al.*, 2019).

## Resultados

### 1. Ectoparásitos

Se identificaron ectoparásitos en 15 perros de los 45 auscultados (33.3% de frecuencia). En

total se recuperaron 62 ejemplares ubicados en los géneros *Ctenocephalides felis* (2 hembras), *Rhipicephalus sanguineus* (41 hembras y 17 machos) y *Otobius megnini* (2 ninfas).

### 2. Descripción de los caso clínicos

Respecto a los 15 perros con ectoparásitos, 7 fueron hembras (2 mestizas, 2 pastores, 2 pitbull y 1 chihuahua) y 8 machos (3 mestizos, 1 pastor, 1 pitbull, 1 caniche, 1 chihuahua y 1 golden). En total, 3 de talla grande, 10 medianos y 2 chicos. Las edades de los perros fueron 14 adultos, entre 2 a 5 años y 1 cachorro de 12 meses. El motivo de consulta incluyó 6 vacunaciones, 1 tratamiento por herida, 4 consultas generales, 2 desparasitaciones, 1 cirugía y 1 cuadro clínico de diarrea. De acuerdo a la función general de la raza, los perros se agruparon en 11 guardianes y 4 mascotas. Por tipo de pelaje, se ubicaron 5 perros de pelaje corto, 8 con pelaje medio y 2 de pelaje largo.

De manera particular, destaca el perro mediano mestizo guardián y de pelaje medio que se atendió por diarrea, esto debido a que en él se encontraron 10 hembras de *R. sanguineus*.

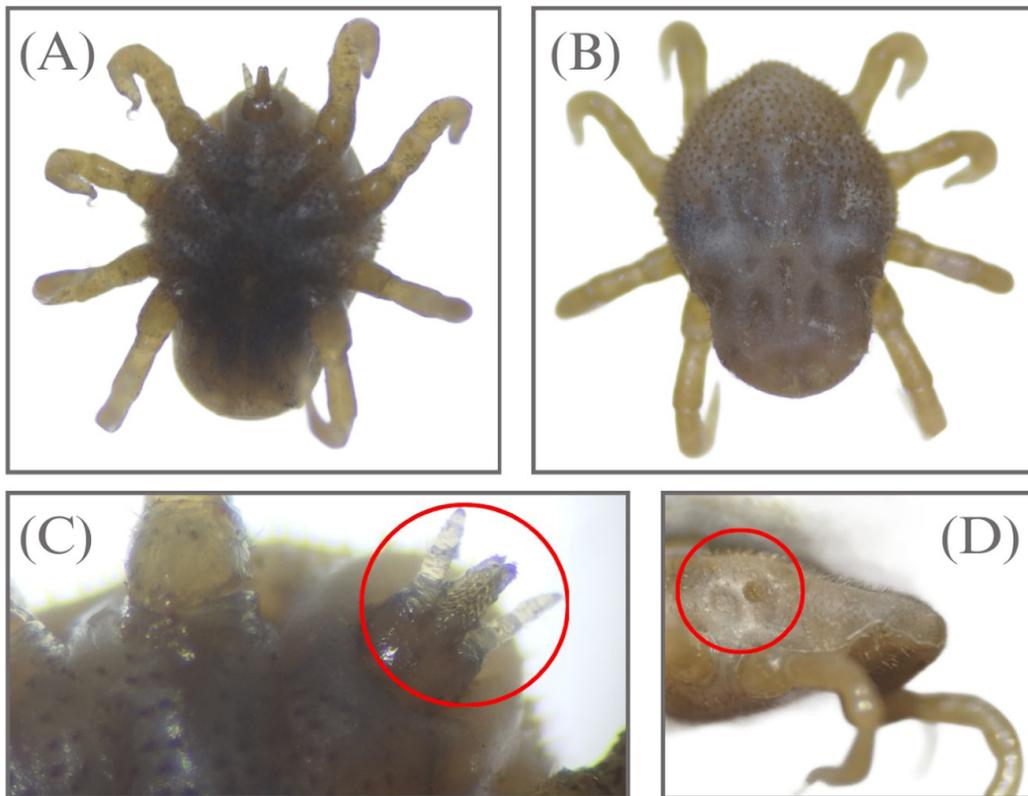
El perro con 2 pulgas hembras de *C. felis* presentaba de manera simultánea 1 hembra de *R. sanguineus*. El perro era un pitbull guardián llevado a consulta para vacunación.

Se encontraron 2 ninfas de *Otobius megnini* en la oreja de un perro grande mestizo, guardián de pelaje medio, sin datos clínicos que fue presentado únicamente por vacunación.

### 3. Descripción de *Otobius*

La figura 1 muestra fotografías de una ninfa de *O. megnini* recuperada en este trabajo. En la figura 1A destaca la presencia del gnatosoma ventral, en la figura 1B se observa el tegumento

dorsal cubierto de espinas, las anteriores gruesas y las posteriores delgadas. En la figura 1C se observa un hipostoma con dentición 4/4. En la figura 1D se observa el espiráculo respiratorio cónico.



**Figura 1.** Ninfa de *Otobius megnini* colectada en un cánido de Veracruz, México. En el panel (A) se observa el espécimen en vista ventral a 2x. En (B) vista dorsal a 2x. En el panel (C) se evidencia el hipostoma a 4x. En el panel (D) se ubica el espiráculo respiratorio a 4x.

### 4. Distribución de *Otobius* en México

El cuadro 2 muestra la presencia documentada de *Otobius megnini* en 30 estados de la República Mexicana. El cuadro agrupa los estados de la República Mexicana por región socioeconómica (Fouquet, 2008). En el caso particular del estado de Veracruz, se ha registrado la presencia de *O.*

*megnini* en bovinos (Woodham et al., 1983); en este trabajo se reporta por primera vez el hallazgo de la garrapata en perros domiciliados. La figura 2 muestra el mapa epidemiológico de la distribución de *Otobius* en México elaborado con los datos analizados durante este trabajo.



## Discusión

En este trabajo reportamos por primera vez la presencia de la garrapata *Otobius megnini* (Argasidae) en perros domiciliados del puerto de Veracruz. Previamente se ha considerado que la garrapata se distribuye en todo el territorio mexicano; sin embargo, los reportes documentados en perros son escasos. El análisis del cuadro 2 muestra que la presencia de *Otobius* se ha documentado en 30 entidades federativas, principalmente en animales de producción pecuaria. En general se conoce que bovinos y equinos son el hospedador habitual de *Otobius*, aunque el ser humano y los animales domésticos, como el perro, también son hospedadores susceptibles.

El análisis del cuadro 2 evidenció el reporte de *Otobius* en perros de siete estados, Durango, Sinaloa, Querétaro, Chihuahua, Sonora, Coahuila y Ciudad de México (Beristain-Ruiz *et al.*, 2022; Castillo-Martínez *et al.*, 2015; García-Muñoz, 2011; González-Álvarez *et al.*, 2018; Guzmán-Cornejo *et al.*, 2019). En el caso que aquí reportamos, la garrapata *Otobius* se encontró en un perro mestizo de talla grande, cuya estructura física habitualmente lo hace un buen candidato para ser un perro guardián o de pastoreo, en otras palabras, es probable que la condición física del animal lo conduzca a tener contacto en áreas abiertas con animales de producción pecuaria. El hallazgo de esta garrapata blanda en un perro representa la primera evidencia documentada en la zona Oriente de México.

El estado de Veracruz se destaca a nivel nacional por su producción pecuaria. Particularmente,

el Estado cuenta con una producción ganadera importante, por lo que el bienestar animal es trascendental (de-la-Rosa-Arana *et al.*, 2023). Aunque no hay estudios que confirmen la capacidad vectorial de *Otobius*, es probable que la garrapata pudiera transmitir los agentes etiológicos de la fiebre Q, tularemia, fiebre por garrapatas de Colorado y fiebre maculosa de las Montañas Rocosas (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2021); sin embargo, la garrapata por sí misma ocasiona otitis, parálisis e infecciones bacterianas secundarias.

Respecto a los otros ectoparásitos encontrados, *Rhipicephalus sanguineus* es considerada la garrapata del perro, por lo que su hallazgo se considera habitual; pero, no hay que subestimar su potencial patógeno ya que puede asociarse a diversos agentes infecciosos. En particular, en este trabajo se destaca a un perro que fue llevado a consulta veterinaria por diarrea y del cual, se recuperaron 10 hembras de *R. sanguineus*. Esta especie de garrapata puede fungir como vector de *Ehrlichia canis* (Álvarez, 2017), bacteria causal de la ehrlichiosis, enfermedad caracterizada por ocasionar diarreas; sin embargo, debido a que no se realizó ningún diagnóstico diferencial, no fue posible determinar la relación entre diarrea y la presencia de las garrapatas.

*Ctenocephalides felis* es considerada la pulga más frecuente tanto en perros como en gatos pero además, es capaz de parasitar al hombre (García-Marrero & Suárez-Fernández, 2010). La presencia de *Ctenocephalides felis* o las “pulgas del gato” en perro podría atribuirse a factores como la falta de desparasitación que



existe en los gatos domésticos y al nicho vacío que deja la ecto-desparasitación continua de los perros domésticos.

Finalmente, es importante considerar que el cambio climático, la invasión de áreas silvestres y el ecoturismo, entre otros factores, favorecen que la transmisión de garrapatas entre animales peridomésticos, domésticos y silvestres, incluso con el ser humano, sea cada vez más frecuente; por lo que es importante conocer la biodiversidad que se encuentra en los diferentes nichos ecológicos. Quizá para la clínica, sea un llamado de atención la presencia de algún caso con signología pero, para la epidemiología es una clara área de oportunidad para establecer medidas de prevención y control de enfermedades que pueden transmitirse vectorialmente. En México, la ausencia de normatividad en materia de medicina preventiva es un factor de riesgo para la diseminación de vectores; por ejemplo, la simple movilización de animales de compañía a través del país, desde zonas endémicas a zonas libres, es un factor de riesgo para la introducción de vectores. Esta es la importancia de conocer la biodiversidad, la distribución y en su caso, la prevalencia.

### Conclusiones

Se conoce la presencia de *Otobius megnini* en 30 de las 32 entidades federativas que conforman a la República Mexicana, siendo reportado

mayormente en animales de producción pecuaria. No se han reportado hallazgos de esta especie de garrapata en los estados de Campeche y Tabasco. Hasta donde los autores conocemos, en este trabajo se considera el primer caso formalmente documentado de *O. megnini* en un perro domiciliado de la región del Puerto de Veracruz. La información que se desprende de este trabajo es de interés dentro del marco de la filosofía de “Una Sola Salud” (One Health), ya que el ciclo de vida de *Otobius* impacta en la salud pública, veterinaria y silvestre, reconociendo que estos tres ámbitos están estrechamente vinculados y que los problemas de salud en uno afectan a los demás.

### Agradecimientos

QFB Luis Parra-Oaxaca por su asistencia técnica (FESC, UNAM). JBPN, FRGA y JLRA, becarios del Sistema Nacional de Investigadores del CONAHCYT, México. Programa Interno de Cátedras de Investigación 2024 de la FESC UNAM, clave CI2414.

### Conflicto de intereses

Los autores del presente artículo declaran que no existe ningún tipo de conflicto de intereses, ni ninguna relación económica, personal, política, interés financiero, ni académico que pueda influir en el juicio de los mismos.



**Cuadro 2.** Reporte de *Otobius megnini* en México por Región Socioeconómica

Región Socio-Económica	Entidad Federativa	Hospedador (Zona corporal)	Municipios	Referencia
Suroeste	Guerrero	Bovino (oreja)	Huitzucó y Amealco	Hoffmann, 1962
		Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983
	Oaxaca	Venado	Tacachi, Huajuapán	Hoffmann, 1962
		Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983
	Chiapas	Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983
	Veracruz	Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983
		Perro (oreja)	Puerto de Veracruz	Este trabajo, 2025
	Hidalgo	Bovino (oreja)	Zimapán, Singuilucan, Tepeji del Río y Chapantongo	Hoffmann, 1962
Bovino		no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983	
Oriente	Puebla	Bovino (oreja)	no identificado	Gibson y Carrillo en 1959 (Revisado por Guzmán-Cornejo <i>et al.</i> , 2019)
		Caprino (oreja)	Amalucan	Hoffmann, 1962
		Ovino y Bovino (oreja)	Tlahuapán	Woodham <i>et al.</i> , 1983
	Tlaxcala	Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983
		Bovino (oreja)	Contla	Hoffmann, 1962
		Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983



Región Socio-Económica	Entidad Federativa	Hospedador (Zona corporal)	Municipios	Referencia
		Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983
	Baja California	Gato feral (conductor auditivo, diarrea y otitis)	Mexicali	Trasviña-Muñoz <i>et al.</i> , 2023
		Coyote	no identificado	López-Pérez <i>et al.</i> , 2024
	Baja California Sur	Bovino (oreja)	La Acequia y Los Pozos	Hoffmann, 1962
	Chihuahua	Bovino, equino, ovino, perro y ser humano (oreja, muslo, crin, tórax y abdomen)	no identificado (descrita como <i>Ornithodoros megnini</i> )	Macías-Valadez, 1922
		Bovino (oreja)	Rosales Camargo y Bocoyna	Hoffmann, 1962
		Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983
		Perro	Ciudad Juárez	Beristain-Ruiz, <i>et al.</i> , 2022
Noroeste		No identificado	Región Lagunera	Silva-Goytia y Elizondo en 1952 (Revisado por Guzmán-Cornejo <i>et al.</i> , 2019)
	Durango	Bovino (oreja)	San Pedro del Gallo	Hoffmann, 1962
		Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983
		Perro (oreja)	Gómez Palacio	González-Álvarez <i>et al.</i> , 2018
		Equino	Tlahualilo	González-Álvarez <i>et al.</i> , 2018
	Sinaloa	Bovino (oreja)	Las Cañas	Hoffmann, 1962
		Perro (oreja)	El Fuerte	
		Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983
		Bovino	no determinado	Cooley y Kohls, 1944 (Revisado por Guzmán-Cornejo <i>et al.</i> , 2019)
	Sonora	Perro (oreja)	Tonichi, Bacoachi y Los Molinos, Altar	Hoffmann, 1962
		Bovino (oreja)	Río Sonora, Hermosillo	
		Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983
		Venado <i>Odocoileus virginianus</i>	no identificado	Cuesy-León, 2016 Molina-Garza, <i>et al.</i> , 2024



Región Socio-Económica	Entidad Federativa	Hospedador (Zona corporal)	Municipios	Referencia	
Noreste	Coahuila	Bovino, equino, ovino, perro y ser humano (oreja, muslo, crin, tórax y abdomen)	Descrita como <i>Ornithodoros megnini</i>	Macías-Valadez, 1922	
		Ovino	La flor de Jimulco, Región lagunera	Ortiz Mariotte, 1945 (Revisado por Guzmán-Cornejo <i>et al.</i> , 2019)	
		Bovino	Torreón, Región lagunera		
		Perro	Jalisco, Región lagunera		
			no identificado	Torreón, Región lagunera	Silva-Goytia & Elizondo 1952 (Revisado por Guzmán-Cornejo <i>et al.</i> , 2019)
			Bovino (oreja)	Mariano Escobedo	Hoffmann, 1962
			Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983
			Perro	Matamoros, Coahuila	Castillo-Martínez <i>et al.</i> , 2015
		Nuevo León	Piso	Ojo de Agua	Cooley & Kohls 1944 (Revisado por Guzmán-Cornejo <i>et al.</i> , 2019)
			Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983
		Equino	no identificado	Zárate-Ramos <i>et al.</i> , 2014	
	Tamaulipas	Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983	

Región Socio-Económica	Entidad Federativa	Hospedador (Zona corporal)	Municipios	Referencia
Occidente	Colima	Bovino (oreja)	Manzanillo	Hoffmann, 1962
		Bovino (oreja)	Amatitlán, San Juan de los Lagos y Aqualulco	Hoffmann, 1962
	Jalisco	Equino (oreja)	Nazareno	
		Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983
		Bovino	Morelia, Ario de Rosales, Pátzcuaro, Zamora, Coalco-	Bustamante <i>et al.</i> en 1947 (Revisado por Guzmán-Cornejo <i>et al.</i> , 2019)
	Michoacán	Bovino (oreja)	Pajacuarán y Jacona	Hoffmann, 1962
		Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983
	Nayarit	Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983
Centronorte	Aguascalientes	Equino (oreja)	Jesús María	Hoffmann, 1962
		Bovinos	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983
		Equinos, bovinos y ser humano	Descrita como <i>Argas megnini</i>	Nuttall <i>et al.</i> en 1908 (Revisado por Guzmán-Cornejo <i>et al.</i> , 2019)
	Guanajuato	Bovino (oreja)	Apaseo y Celaya	Hoffmann, 1962
		Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983
	Querétaro	Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983
		Perro	no identificado	García-Muñoz, 2011
	San Luis Potosí	Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983
	Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983	
Zacatecas	Bovino	Mazapil y Concepción del Oro	Lucero-Velasco, 2017	



Región Socio-Económica	Entidad Federativa	Hospedador (Zona corporal)	Municipios	Referencia	
Centrosur	Ciudad de México	Bovino, equino, ovino, perro y ser humano (oreja, muslo, crin, tórax y abdomen)	Descrita como <i>Ornithodoros megnini</i>	Macías-Valadez, 1922	
		Bovino (oreja)	Santo Tomás, Iztacalco, Xochimilco		
		Gato (oreja)	Azcapotzalco	Hoffmann, 1962	
		Perro (oreja)	Los morales, Castillo de Chapultepec, Tacuba		
	Estado de México.	Paredes de establo	Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983 Gibson y Carrillo en 1959 (Revisado por Guzmán-Cornejo <i>et al.</i> , 2019)
			Bovino (orejas)	Valle de México, Santa Clara, Pueblo Nuevo, Tulpetlac, Santa María, Temascalapa, Acambay, Texcoco, San Mateo Atenco y Chimalhuacán.	Hoffmann, 1962
			Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983
	Morelos	Bovino (orejas)	Bovino	Zacatepec	Hoffmann, 1962
			Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983
	Sureste	Campeche		SIN REGISTRO	
Quintana Roo		Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983	
		Tapir ( <i>Tapirus bairdii</i> ).	Nuevo Tabasco, Bacalar	Pérez-Flores & González-Solís, 2018	
Tabasco			SIN REGISTRO		
Yucatán		Bovino	no identificado	Woodham <i>et al.</i> , 1983	



Figura 2. Distribución de *Otobius megnini* en México. Los hospedadores se agruparon en tres categorías, animales domésticos (color verde), animales pecuarios (amarillos) y animales silvestres (rojo). En gris se presentan los estados donde no se ha documentado la presencia de *Otobius*.

## Referencias

- Acosta, R., & Morrone, J. J. (2003). Clave ilustrada para la identificación de los taxones supraespecíficos de siphonaptera de México. *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)*, 89, 39-53. <https://www.scielo.org.mx/pdf/azm/n89/n89a4.pdf>
- Álvarez, R. (2017). Revisión sobre la biología de *Rhipicephalus sanguineus* (Arthropoda, Chelicerata) (Latreille, 1806). *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research*, 5 (1), 11-16.
- Beristain-Ruiz, D. M., Garza-Hernández, J. A., Figueroa-Millán, J.V., Lira-Amaya, J. J., Quezada-Casasola, A., Ordoñez-López, S., Laredo-Tiscareño, S.V., Alvarado-Robles, B., Castillo-Luna, O.R., Floriano-López, A., Hernández-Triana, L.M., Martínez-Ibáñez, F., Rivera-Barreno, R., & Rodríguez-Alarcón, C. A. (2022). Possible association between Selected Tick-Borne Pathogen Prevalence and *Rhipicephalus sanguineus sensu lato*



- Infestation in Dogs from Juarez City (Chihuahua), Northwest Mexico–US Border. *Pathogens*, 11 (5), 552. <https://doi.org/10.3390/pathogens11050552>
- Campbell J. (2025). Flea Identification Key. *Orange County Mosquito and Vector Control District. CA, USA*. <https://www.ocvector.org/flea-identification-key>
- Castillo-Martínez, A., Cueto-Medina, S. M., Hernández-Rodríguez, S., Gallegos-Robles, M. Á., Valdés-Perezgasga, M. T., Sánchez-Ramos, F. J., & Ortega-Morales, A. I. (2015). Detección de *Rickettsia* sp. en la garrapata café del perro *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae) en Matamoros, Coahuila, México. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 31 (1), 80-83. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_rttext&pid=S0065-17372015000100011](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_rttext&pid=S0065-17372015000100011)
- Cuesy-León M. (2016). *Prevalencia de Borrelia burgdorferi en garrapatas de venado cola blanca (Odocoileus virginianus) y borrego cimarrón (Ovis canadensis) de localidades del norte de la República Mexicana, Tesis Maestría Ciencias Microbiología*. Monterrey, Universidad Autónoma de Nuevo León. <http://eprints.uanl.mx/14404/1/1080252014.pdf>
- de-la-Rosa-Arana, J. L., Cubillo-Carrillo, L., Valencia-Saavedra, L. D., & Fuentes-Cervantes G. (2023). Los microorganismos y el derecho a una vida saludable en los animales de granja. *PaCiencia Pa'Todos*, 7, (14), 20-25. <https://publicaciones.aragon.unam.mx/ojs/index.php/paciencia/issue/view/5>
- Escobedo, A. A. (2015). Hymenolepis. En: *Microbiología y Parasitología Médicas*, (Llop-Hernández, A., Valdes-Dapena, Ma. M., Zuazo-Silva, J. L. eds.), págs. 365-370. La Habana, Editorial Ciencias Médicas.
- Ewing, S. A., & Panciera, R. J. (2003). American canine hepatozoonosis. *Clinical microbiology reviews*, 16 (4), 688-697. <https://doi.org/10.1128/CMR.16.4.688-697.2003>
- Fouquet, A. (2008). Disparidades regionales en México: ¿Una cuestión de herencia o de geografía? En: *Sociedad, Desarrollo y Ciudadanía en México* (Guzmán, N. ed.). págs. 201-232. Limusa, México.
- García-Jiménez, R., & Herrera-Camacho, J. (2020). Humanizando a tu mascota ¿perro o perrhijo?. *Saber Más, Revista de Divulgación de la Universidad Michoacana de San Nicolás De Hidalgo*, 9 (54), 45-50. <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/480-numero-54/927-humanizando-a-tu-mascota-perro-o-perrhijo.html>
- García-Marrero, L., & Suárez-Fernández, Y. E. (2010). Caracterización y control de especies de pulgas de importancia veterinaria para la salud animal y pública. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 11 (6), 1-18. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63613171008>
- García-Muñoz, A. (2011). *Estudio epidemiológico de parásitos encontrados en*



- los diferentes aparatos y sistemas de perros procedentes de la Delegación Centro Histórico del Municipio de Querétaro, Tesis Medicina Veterinaria. Querétaro, Universidad Autónoma de Querétaro. <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/4743>
- González-Álvarez V. H., de la Cruz-Ramos J. M., Yong-Wong S. O., Siller-Rodríguez Q. K., Garza-Hernández J. A., & Ortega-Morales A. I. (2018). *Otobius megnini* (Duges, 1844) Otoacariasis in a Horse from Tlahualilo, Durango, Mexico. A Case Report. *Current Trends in Entomology and Zoological Studies: CTEZS-108*, 2018 (1). <https://doi.org/10.29011/2690-0114.100008>
- González-Álvarez, V. H., Almazán-García, C., Siller-Rodríguez, Q. K., Sánchez-Ramos, F. J., Valdés-Perezgasga, M. T., & Ortega-Morales, A. I. (2018). *Otobius megnini* (Dugès) on a Dog from the North-Central Part of Mexico. *Southwestern Entomologist*, 43 (1), 267-270. DOI:10.3958/059.043.0118
- Guillén-Martín, S., Callejas-Caballero, I., & Oteo-Revuelta, J. A., (2023). Enfermedades transmitidas por garrapatas. *Protocolos Diagnósticos y Terapéuticos en Pediatría*, 2, 421-439. [https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/26\\_enf\\_garrapatas.pdf](https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/26_enf_garrapatas.pdf)
- Guzmán-Cornejo, C., Herrera-Mares, A., Robbins, R.G. & Rebollo-Hernández, A. (2019). The soft ticks (Parasitiformes: *Ixodida*: Argasidae) of Mexico: species, hosts, and geographical distribution. *Zootaxa*, 4623 (3), 485–525. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4623.3.3>
- Hoffmann, A. (1962) Monografía de los Ixodoidea de México. I Parte. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*; 23, 191–307 <http://repositorio.fcencias.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/e/11154/142756/23VMonografiasIxodoidea.pdf?sequence=1>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021). *Encuesta Nacional de Bienestar Autorreportado 2021 (ENBIARE)*. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/ENBIARE\\_2021.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/ENBIARE_2021.pdf)
- Lareschi, M. (2017). Artrópodos ectoparásitos. En: *Macroparásitos, Diversidad y Biología*, (Drago, F. B. ed.), págs. 167-185. Buenos Aires, Editorial de la Universidad de la Plata. [https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/73986/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/73986/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- López-Pérez, A. M., Backus, L., Beati, L., Klompen, H., Rubino, F., & Foley J. (2024). Novel Rickettsia and host records for argasid ticks, including *Alveonanus cooleyi*, on wild mammals in Baja California, México. *Experimental and Applied Acarology*, 93, 459-472. <https://doi.org/10.1007/s10493-024-00935-2>
- Lucero Velasco E. A. (2017). *Antagonismo de la microbiota interna cultivable aislada de garrapatas del ganado bovino contra bacterias de importancia clínica*.



- Tesis Maestría en Ciencias, Microbiología*. Monterrey, Universidad Autónoma de Nuevo León. <http://eprints.uanl.mx/17711/1/1080262546.pdf>
- Macías-Valadez, S. (1922). Ensayo de una monografía sobre Ixodidos mexicanos vulgo garrapatas. En: *Memorias de la Sociedad científica "Antonio Alzate"*, (Aguilar y Santillán, R. ed.), págs. 197-216. México. Talleres Gráficos de la Nación.
- Martínez-Barbabosa, I., Gutiérrez-Quiroz, M., Ruiz-González, L. A., Fernández-Presas, A. M., Gutiérrez-Cárdenas, E. M., Aguilar Venegas, J. M., Shea M., & Gaona E. (2014). Dipilidiasis: Una zoonosis poco estudiada. *Revista Latinoamericana de Patología Clínica y Medicina de Laboratorio*, 61 (2), 102-107. <https://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2014/pt142d.pdf>
- Martínez-Ibáñez, F. 2015. Garrapatas de importancia veterinaria. En: *Técnicas para el diagnóstico de parásitos con importancia en la salud pública y veterinaria*, (Rodríguez-Vivas, R. I. ed.) págs. 258-305. México. Consejo Técnico Consultivo Nacional de Sanidad Animal y la Asociación Mexicana de Parasitólogos Veterinarios A. C.
- Molina-Garza, Z. J., Cuesy-León, M., Baylón-Pacheco, L., Rosales-Encina, J. L., & Galaviz-Silva, L. (2024). Diversity of midgut microbiota in ticks collected from white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) from northern Mexico. *Parasites, Hosts and Diseases*, 62 (1), 117-130. <https://doi.org/10.3347/PHD.23006>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2024). *Enfermedades transmitidas por vectores*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>
- Pérez-Flores, J., & González-Solís, D. (2018). First record of the spinose ear tick (*Otobius megnini*) on the Baird's tapir. *International Journal of Acarology*, 44 (4-5), 189-191. <https://doi.org/10.1080/01647954.2018.1490347>
- Pineda-Monsalve, D. (2022) *Reporte caso clínico: Mycoplasma Haemocanis en la clínica veterinaria Lasallista Hermano Octavio Martínez López F.S.C en el área pequeña especies. Tesis Medicina Veterinaria*. Facultad Ciencias administrativas y agropecuarias, Caldas-Antioquia.
- Rajakaruna, R. S., & Diyes, C. P. (2019). Spinose ear tick *Otobius megnini* infestations in race horses. In: *Ticks and Tick-borne Pathogens*, (Abubakar M, Perera PK. eds.). London, IntechOpen. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.80784>
- Rodríguez-Vivas, R. I., Ojeda-Chi, M. M., Ojeda-Robertos, N. F., Martín D., & Martín D. (2021). *Otobius megnini*: La garrapata espinosa del oído. *Revista Bioagrobiología*, 14 (2), 59-68. <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/BAC/article/view/4052/1756>
- Trasviña-Muñoz, E., Rodríguez-Vivas, E. I., Haro, P., Herrera-Ramírez J. C., Flores-Dueñas C. A., & López-Valencia G.



- (2023). Primer caso de *Otobius megnini* en un gato doméstico en el noroeste de México, *Vanguardia Veterinaria*, 20 (120): 1-3, [https://www.vanguardiaveterinaria.com.mx/primer-caso-de-otobius-megnini-en-un-gato-domestico-en-el-noroeste-de-mexico?srsltid=Afm-BOpL3HU77Vw8aEebOB6oMfOuH\\_VfiHXIOgtji7IHjWM9YWLIVEPP](https://www.vanguardiaveterinaria.com.mx/primer-caso-de-otobius-megnini-en-un-gato-domestico-en-el-noroeste-de-mexico?srsltid=Afm-BOpL3HU77Vw8aEebOB6oMfOuH_VfiHXIOgtji7IHjWM9YWLIVEPP)
- Uribe-Álvarez, C., & Chiquete-Félix, N. (2017). Las enfermedades transmitidas por vectores y el potencial uso de *Wolbachia*, una bacteria endocelular obligada, para erradicarlas. *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, 60(6), 51-55. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pi7422017000600051&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pi7422017000600051&lng=es&tlng=es)
- Woodham C. B., González-Origel A., López-León A., & Guereña-Morales, R. (1983). Progresos en la erradicación de las garrapatas *Boophilus* en México 1960-1980. *Revista Mundial de Zootecnia*, 48, 18-24.
- Zárate-Ramos, J. J., Nevarez-Garza, A. M., Zamora-Ávila, D. E, & Rodríguez-Tovar, L. E. (2014). Myotonia and Colic Associated with the Spinose Ear Tick, *Otobius megnini*, in a Horse in Northern Mexico. *Research Journal of Parasitology*, 9 (1), 16-20. <https://scialert.net/abstract/?doi=jp.2014.16.20>
- Zumbado-Arrieta, M., & Azofeifa-Jiménez, D. (2018). *Insectos de importancia agrícola. Guía básica de entomología*. Heredia, Programa Nacional de Agricultura Orgánica. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H10-10951.pdf>  
[org/10.29312/remexca.v15i1.3327](https://doi.org/10.29312/remexca.v15i1.3327)



# Manejo y salud de psitácidos endémicos en cautiverio: Caso de estudio en Catazajá, Chiapas.

Arbez-Abnal T.A.<sup>1\*</sup>, P.A. Flores-Alfonso<sup>1</sup>, F. Rosales-Martínez<sup>1</sup>,  
E. Cárdenas-Bejarano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad Maya de Estudios Agropecuarios. Carretera Catazajá - Palenque, km 4. C.P. 29980. Catazajá, Chiapas, México.

*Fecha de envío: 29/Abril/2025*

## Resumen:

En México, las instituciones públicas y privadas han mostrado un notable interés por la conservación de los psitácidos silvestres en sus ecosistemas naturales. Sin embargo, existe poca atención hacia aquellos ejemplares que se encuentran en cautiverio dentro de comunidades rurales, lo cual genera un desconocimiento generalizado sobre su manejo y bienestar por parte de los tutores. El presente estudio tuvo como objetivo describir las condiciones de manejo y salud de psitácidos endémicos mantenidos en cautiverio en el municipio de Catazajá, Chiapas. La información se recopiló mediante encuestas estructuradas con preguntas abiertas y cerradas dirigidas a tutores de psitácidos, complementadas con valoraciones físicas de las aves. Se obtuvieron respuestas de 39 tutores, las cuales fueron organizadas en hojas de cálculo de Excel y analizadas mediante estadística descriptiva. Los resultados mostraron que el 74.36 % de los tutores eran mujeres, el 35.89 % correspondía al grupo de jóvenes adultos y el 64.10 % no contaba con un empleo formal. Las especies identificadas fueron *Amazona albifrons*, *Amazona autumnalis*, *Amazona oratrix*, *Eupsittula*

*nana* y *Amazona xantholora*, con una tenencia que osciló entre uno y ocho individuos por hogar. Entre los psitácidos mantenidos en jaulas, el 81.25 % habitaba en estructuras metálicas, 65.63 % en jaulas de forma prismática rectangular y 78.13 % contaba con elementos como aros y perchas; además, 21.88 % se ubicaba en el interior de la vivienda. En cuanto a la alimentación, el 82.05 % de los tutores ofrecían alimento tres veces al día, consistente en frutas, verduras, semillas y productos derivados del maíz y harinas. El 97.44 % de las aves no presentaban comportamientos reproductivos y 12.82 % manifestaba docilidad hacia personas ajenas. El 100 % de los tutores percibe que sus aves están actualmente sanas, aunque 89.74 % no recurría a servicios veterinarios. Se concluye que la totalidad de los psitácidos registrados en este estudio pertenecen a especies cuya tenencia no está permitida por la normativa vigente, y que, en general, el manejo proporcionado por los tutores resulta inadecuado para garantizar armonía de estas aves en cautiverio.

**Palabras clave:** loros, mascotas, especies psitácidas, cuidado, encuesta.

## Introducción

Actualmente, el creciente número de animales silvestres utilizados como mascotas o compañía en los hogares del humano representa un gran desafío de manejo y cuidado del animal por el tutor. Gran parte de estos animales provienen de las aves. La demanda de captura de aves silvestres es debido a plumajes coloridos, vocalización armónica, capacidad de volar, fácil manipulación, estima cultural o entretenimiento (Nóbrega-Alves 2012; Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014). Entre ellos, se considera que casi 150 especies psitácidas han reducido su población de manera desmedida y alarmante (PROFEPA, 2019).

En México, la disminución de las poblaciones de psitácidos ha sido provocada por factores antropogénicos como deforestación, quema de áreas naturales, caza furtiva y su uso como mascotas (Pronatura Noreste, 2019). Este último, a partir del siglo XXI, fue penalizado legalmente como estrategia para frenar la pérdida de vidas silvestres (Ley General de Vida Silvestre, 2021). No obstante, en comunidades rurales aún es común la tenencia de estas aves, ya sea por contrabando ilegal (Buenrostro-Silva *et al.*, 2021), por rescate de polluelos que caen accidentalmente del nido, atención a individuos lesionados, o adquisiciones



realizadas antes de la entrada en vigor de la ley. La escasa disponibilidad de zoológicos, instituciones o fundaciones de protección animal en regiones tropicales que cuenten con espacio y condiciones adecuadas para albergar a estos ejemplares, limita considerablemente las opciones legales y viables para su resguardo y bienestar. Además, el desprendimiento repentino del vínculo emocional estrecho entre el ave y tutor puede generar un fuerte impacto en el estado psicológico del animal (Sahagún-Sánchez y Durán-Fernández, 2019), lo que incrementa su vulnerabilidad y la probabilidad de no sobrevivir si es reintroducido al medio silvestre. Esta situación coloca al tutor en una paradoja ética, al enfrentarse a la imposibilidad de entregar o liberar al animal sin poner en riesgo su vida (Castro-Salazar y Bustos-García, 2021).

Se estima que los psitácidos bajo condiciones naturales alcanzan un promedio de vida de 30 años, pero esta se puede extender con un buen cuidado y protección de tutores (Pilgrim y Biddle, 2016). El temor de los tutores en revelar información de su mascota psitácida a causa de la propagación de noticias sobre sanciones legales, provoca una estricta limitante información del cuidado y manejo ofrecidos a su mascota

prohibida (Falcón y Tremblay, 2018). Muchas especies de psitácidos mantenidos en hogares de tutores están expuestos a condiciones diferentes de micro-ambientes (periodos de luz, humedad, altitud, viento), actividad física, hacinamiento, prácticas alimenticias o contacto visual y físico con otras especies (Garza-Almanza, 2008; Baker, 2012; Buenrostro-Silva *et al.*, 2021). Por ello, es necesario hacer de conocimiento aquellos factores que determinan o desequilibran el estado de confort del ave (Baker, 2012; Sahagún-Sánchez y Durán-Fernández, 2019). Ante la notable necesidad el objetivo planteado fue recopilar y analizar información del manejo y estado de salud de las especies psitácidas en cautiverio en el municipio de Catazajá, Chiapas.

## Material y Métodos

### 1. Ubicación

El estudio se realizó en la zona urbana del municipio Catazajá del estado de Chiapas en el sureste de México (Figura 1) que cuentan con poblaciones de 2 973 habitantes procedentes de cultura Maya, ubicados geográficamente 17°35' y 17°57' de LN y 91°46' y 92°12' de LO con temperatura anual 24–26°C precipitación pluvial 1500–3000 mm altitud entre 0-100 mts, con un clima cálido húmedo tropical. (INEGI, 2010).

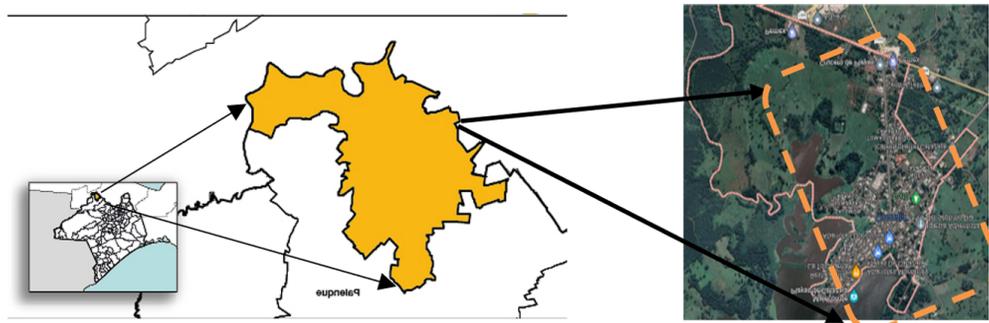


Figura 1. Macro y micro-localización del municipio Catazajá, Chiapas

## 2. Procedimiento de recolección de datos.

La recolección de datos se estableció durante la primavera del año 2023, mediante la aplicación de un instrumento tipo encuesta con participación voluntaria. A cada tutor se le solicitó su consentimiento informado tras explicar los objetivos del estudio, garantizando que los datos proporcionados serían utilizados exclusivamente con fines de investigación y difusión educativa, y asegurando en todo momento la confidencialidad de su identidad. El criterio de inclusión consistió en que los participantes tuvieran al menos un psitácido endémico mantenido como mascota. En los casos en que el tutor poseía más de un ejemplar, se le pidió seleccionar uno como modelo de referencia para responder la encuesta, con el fin de estandarizar la información recabada. Asimismo, cuando el tutor era menor de edad, se solicitó la colaboración de un familiar adulto para completar el cuestionario. Como parte de la estrategia de muestreo, se implementó la técnica de “bola de nieve” (Goodman, 1961), la cual consistió en pedir a los primeros participantes que indicaran a otros posibles tutores de psitácidos, con el propósito de ampliar la muestra y facilitar el acceso a nuevos informantes.

La encuesta fue construida con 27 reactivos específicos en tres apartados: 1) para obtener datos demográficos de los tutores; 2) datos del psitácido que involucra el micro-ambiente, hacinamientos entre individuos, establecimiento de dieta, reproducción, comportamiento, espacio de socialización, uso de objetos de entretenimiento, convivencia con otras especies,

etología; 3) estado y padecimientos de salud de la mascota psitácida. A cargo de un especialista (veterinario), se tomaron fotografías e identificó la especie perteneciente bajo la guía de Gómez-Álvarez (2005) y “Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes 2015 (Berlanga et al., 2015).

## 3. Organización y análisis de datos.

Los datos recopilados se organizaron en una hoja de cálculo de Excel© (Microsoft) y se obtuvieron medidas de tendencia central con estadística descriptiva utilizando el paquete estadístico SPSS (versión 22; IBM Corp., 2013).

## Resultados y Discusiones

### 1. Datos demográficos

De las 58 encuestas aplicadas intencionalmente a tutores que mantenían psitácidos endémicos como mascotas, el  $n = 19$  (32.76 %) declinó proporcionar información. Dicho acto concuerda con Cantú (2007) y Sánchez-Mercado et al. (2021) donde mencionan que la gente oculta información por tratarse de aspectos ilegales el tener estas especies silvestres. Bajo esta situación, los resultados se construyeron en su totalidad con 39 tutores encuestados. Las evidencias señalan que la mayoría de tutores proceden del sexo femenino con  $n = 29$  (74.36 %) y el restante masculino con  $n = 10$  (25.64 %). La edad de tutores de los psitácidos fluctuó entre 4 y 82 años de acuerdo con las respuestas obtenidas de los adultos encuestados; teniendo con mayor frecuencia personas con edad de 24-44 años con  $n = 14$  (35.89 %), seguido de 43-62



años n= 10 (25.64 %), 62-82 años n= 10 (25.64 %) y 4-24 años n= 5 (12.82 %). Alrededor de la mitad de los encuestados tuvo un nivel de estudio básico n= 18 (46.15 %) y la otra mitad se dividió en nivel superior n= 9 (23.08 %), media superior n= 7 (17.95 %) y sin estudios n= 5 (12.82 %). Esto concuerda con un trabajo donde se encuestó a tutores y no tutores de *Amazona barbadensis* en dos localidades de Venezuela (Sánchez-Mercado et al., 2021). Asimismo, del desconocimiento sobre las estrategias de conservación de fauna silvestre en comunidades pequeñas y la deficiencia de educación es un factor determinante que incita a mantener costumbres y tradiciones como la posesión de animales silvestres (Romero-Vidal et al., 2022). Dentro del rubro laboral, se observó que más de la mitad de los tutores no contaban con trabajos remunerados n= 25 (64.10 %) ya que se trataba que gran parte de los tutores son amas de casas, hijos y abuelos dependientes, otra sección presenta trabajos eventuales n= 6 (15.38 %) que corresponden actividades de campo o comercios locales y por último trabajos formales de empresas manufactureras y de gobierno n= 8 (20.51 %) como secretarías, enfermeros, maestros y abogados, situación similar observada en una aplicación de encuestas con los habitantes de Puerto Escondido, Oaxaca (Buenrostro-Silva et al., 2021). Se ha asociado que gente de escasos recursos económicos contribuyen en gran medida con la adquisición de psitácidos (Pires y Clarke, 2012). Por ello, identificar el contexto socio-económico de los tutores, es un paso relevante para conocer el grado de disposición del manejo y cuidado

que les pueden ofrecer a sus mascotas silvestres (Sánchez-Mercado et al., 2021). El motivo por el cual, los tutores decidieron adquirir un psitácido como mascota, es el sentimiento de “gusto” n= 31 (79.49 %) u “obligación” n= 8 (20.51 %). Tal estado emocional de atracción es generado por la estética e inteligencia del psitácido, además de la habilidad de imitar diferentes sonidos y lenguaje humano (Sahagún-Sánchez y Durán-Fernández, 2019). Con respecto a las declaraciones de los encuestados acerca de cómo obtuvieron a su mascota psitácida, más de la mitad indicó que fue regalo n= 22 (56.41 %), otra proporción indicó que fue comprado n= 9 (23.08 %), mientras algunos fueron por rescate n= 5 (12.82 %) y finalmente por captura n= 3 (7.69 %).

## 2. Datos manejo

Se encontró un total de 74 ejemplares psitácidos en cautiverio perteneciente a cinco especies endémicas (*Amazona albifrons*, *Amazona autumnalis*, *Amazona xantholora*, *Amazona oratrix*, y *Eupsittula nana*) en el municipio de Catazajá (Figura 3). Esto corresponde al 25 % de las 22 especies endémicas reportadas en la naturaleza del sureste mexicano (Cantú, 2007; Sahagún-Sánchez y Durán-Fernández, 2019; Mota-Vargas et al., 2020). De las cinco especies registradas, la NOM-059-SEMARNAT-2010 establece que *A. oratrix* está en peligro de extinción; *E. nana*, *A. albifrons* en protección especial; *A. xantholora* como amenazada y *A. autumnalis* aún no se encuentra enlistada. Como dato adicional, los encuestados comentan que *Amazona oratrix* es una de las más preferidas



pero los costos económicos para su contrabando son elevados limitando su posesión. En este estudio los tutores indicaron en mayor medida que cuentan con un psitácido  $n= 22$  (56.41 %),

seguido de dos psitácidos  $n= 10$  (25.64 %) y en menor frecuencia se encuentran familias con cuatro y ocho psitácidos  $n= 7$  (17.95 %), respectivamente.

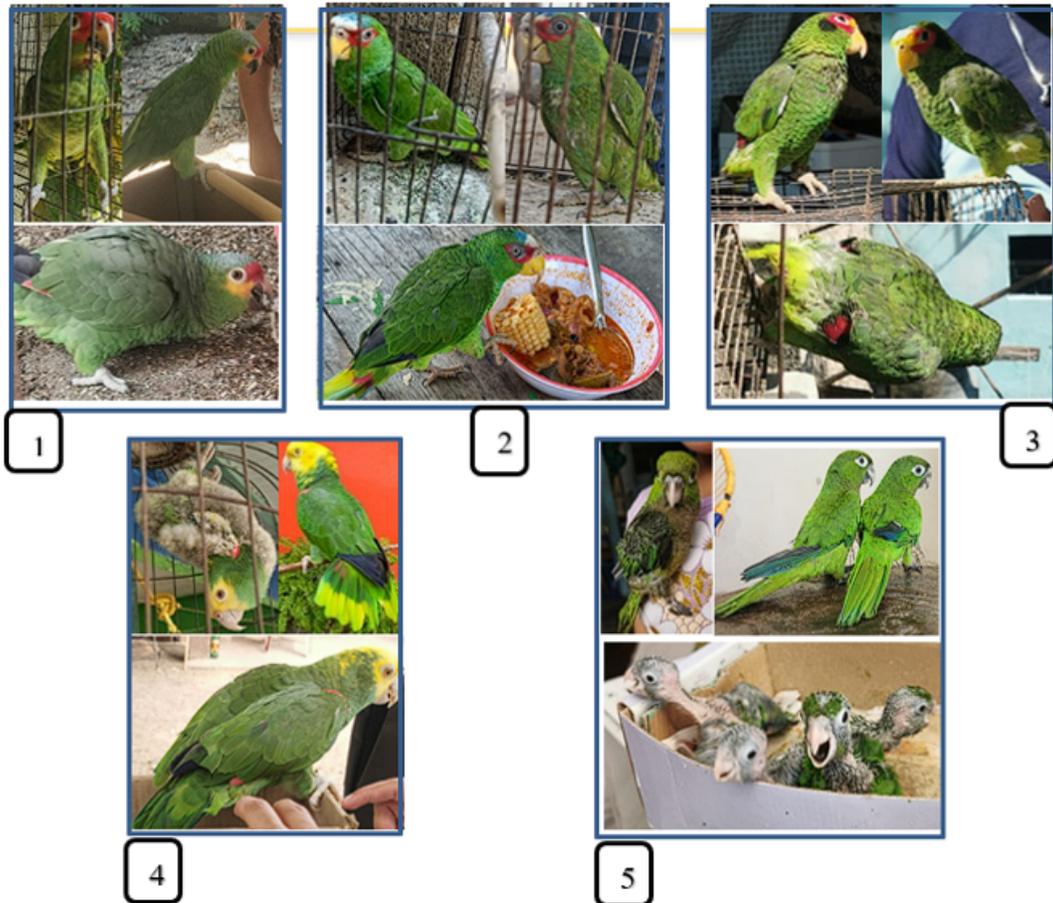
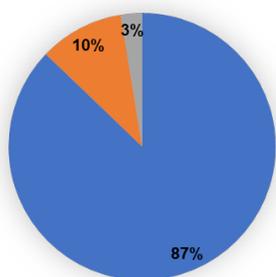


Figura 2. Registro de las diferentes especies psitácidas en Catazajá, Chiapas: *A. autumnalis* (1), *A. albifrons* (2), *A. xantholora* (3), *A. oratrix* (4) y *E. nana* (5).

Los tutores declaran que las fuentes de asesoramiento del manejo y cuidado del psitácido proviene de experiencias de familiares y conocidos  $n= 34$  (87.18 %), redes sociales e internet  $n= 4$  (10.26 %) y pocos consultan especialistas en la materia como biólogos, veterinarios u ornitólogos  $n= 1$  (2.56 %) (Figura 3). La propagación de información veraz sobre el bienestar de cada especie animal es responsabilidad tanto de autoridades públicas

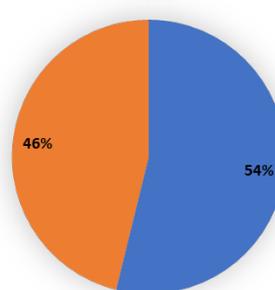
como profesionistas expertos en el área de estudio (Carpio-Domínguez, 2022); por ello, los tutores deben estar mejor informados sobre cómo pueden tener un impacto positivo con su mascota. Por otro lado, casi la mitad de los encuestados realiza el corte de alas  $n= 21$  (53.85 %) (Figura 4). Esta actividad es utilizada en otras partes de México para limitar la huida del psitácido cautivo (Buenrostro-Silva *et al.*, 2021).





■ Comentarios personales ■ Redes sociales e internet ■ Especialistas

**Figura 3.** Asesoramiento para manejo de psitácidos.



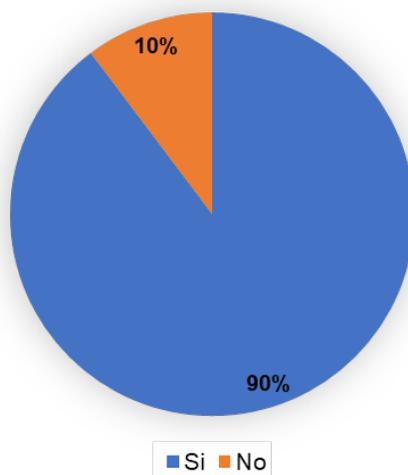
■ Si ■ No

**Figura 4.** Corte de alas del psitácido.

### 3. Micro-ambiente

Como parte del manejo en cautiverio de los psitácidos, son pocos los tutores que reúsan en utilizar jaulas para su confinamiento de la mascota  $n= 7$  (17.95 %). En cuanto, a los 32 tutores que disponen de jaulas son de forma de prisma rectangular  $n= 21$  (65.63 %) y cilíndrica  $n= 11$  (34.38 %); por su parte el material con el que está elaborada la jaula fue metal  $n= 26$  (81.25 %), seguido de base de metal y malla alámbrica  $n= 5$  (15.63 %) y pocos bases de madera y malla

metálica  $n= 1$  (3.13 %). Es importante recalcar que gran porcentaje de tutores añaden artefactos de entretenimiento en el interior de la jaula para el psitácido  $n= 25$  (78.13 %) y pocos no lo hacen  $n= 7$  (21.88 %). Respecto a la ubicación de la jaula los tutores respondieron que las mantienen en el exterior de la vivienda  $n= 25$  (78.13 %), solo una menor proporción la tiene en el interior de la casa  $n= 7$  (21.88 %) y en mayor frecuencia proporcionan luz artificial al ave durante la noche  $n= 29$  (90.63 %) (Figura 5).



■ Si ■ No

**Figura 5.** Disponibilidad de luz artificial para mascotas psitácidas.

Cabe mencionar que las características de la jaula no cumplen con los requerimientos empleados para el cuidado y salud de psitácidos en zoológicos (Pilgrim y Biddle, 2016). Sin embargo, la adición de perchas en el interior de la jaula sirve de descanso y entretenimiento, coadyuvando en el bienestar de las aves (Baker, 2012). En referencia a la cantidad de luz requerida por las aves Pilgrim y Biddle (2016) indicaron que los psitácidos son animales diurnos con un fotoperiodo establecido durante las distintas épocas del año, por tanto, mientras más tiempo estén expuestos a luz como fue el caso de los psitácidos en Catazajá, esto puede generar mayor actividad física que a larga llevaría a desencadenar estrés crónico.

#### 4. Alimentación

Respecto a la dieta de las mascotas psitácidas, los tutores informan que periódicamente cambian de una a cuatro veces al día el agua para beber, por lo que se pudiera pensar que no hay problemas con el suministro de agua limpia para las aves. La mayoría de tutores les ofrecen diversidad de alimentos naturales y procesados

como frutas, verduras, semillas, subproductos de maíz, harinas de gluten u otros derivados n= 32 (82.05 %); y pocos consideran alimentar con un grupo exclusivo de estas fuentes alimenticias (Figura 6), asimismo, algunos tutores comentaron como dato adicional que eventualmente les proporcionaban suplemento alimenticio multivitamínico y minerales. Tal hallazgo es parecido con lo observado por Buenrostro-Silva *et al.* (2021) que registraron ingredientes alimenticios como plátano, mango, alpiste, masa de maíz y frutos de plantas poco conocidas. La dieta del psitácido en la naturaleza es notablemente diferente a lo ingerido en los hogares del humano (Falcón y Tremblay, 2018; Mota-Vargas *et al.*, 2020). Aunque estas especies son frugívoras, se aprecia que muchos tutores fomentan la alimentación con dietas altas en carbohidratos, estos cambios alimenticios pueden traer consigo un desbalance nutricional y pérdida de salud para la mascota (Pilgrim y Biddle, 2016). Dado lo anterior, es necesario concientizar a los tutores en administrar dietas balanceadas que cubran los requerimientos nutricionales de cada especie cautiva.

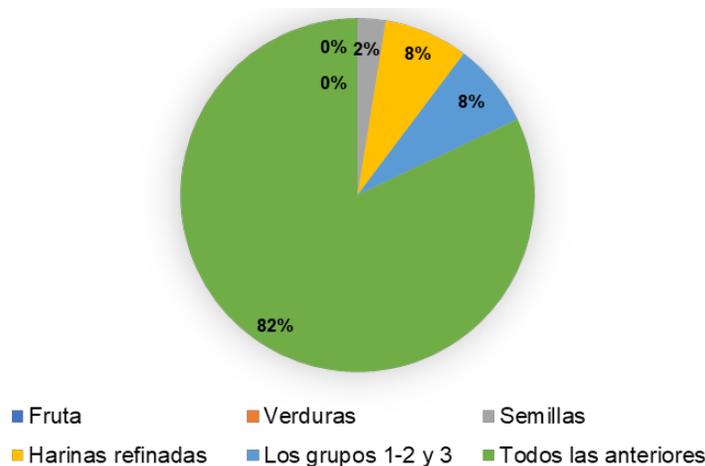


Figura 6. Fuentes alimenticias para la mascota psitácida.



## 5. Reproducción

El rango de edad de los psitácidos en cautiverio va desde el primer mes hasta 25 años, aunque predomina la edad de un año de acuerdo con los propietarios. La existencia de varios individuos que se encontraban en una etapa neonatal a juvenil, nos demuestra que encaja con la captura de polluelos durante la época reproductiva de los psitácidos en el país (Sahagún-Sánchez y Durán-Fernández, 2019). Por otro lado, se considera que a algunos ejemplares les faltó alcanzar la etapa de vejez con relación a los observados en vida libre que oscila entre los 30 años (Plasencia-Vázquez y Escalona-Segura, 2014). Con respecto al sexo del ave, la percepción del propietario arroja con mayor frecuencia que desconocen el sexo  $n= 25$  (64.10 %), otros indican que su ave es hembra  $n= 9$  (23.08 %) y una menor proporción que es macho  $n= 5$  (12.82 %). Gran parte de las respuestas del sexo, son conjeturas por actitudes desarrolladas de la mascota hacia el tutor o tutora principalmente por un acercamiento apacible del ave hacia el sexo apuesto. Las especies psitácidas del estudio no demuestran marcado dimorfismo sexual (Pilgrim y Biddle, 2016), por lo que se requiere una persona experta en la identificación del sexo. Asimismo, la actividad reproductiva de los psitácidos en cautiverio fue casi nula  $n= 1$  (2.56 %), esto se debió, a que los tutores tienen varios infantes, no disponen

de otro loro adulto de la misma especie que acompañe al que poseen o si tienen más de dos ejemplares adultos de la misma especie no distinguen con precisión el sexo. Otro factor que pudiera limitar el éxito reproductivo, es que los psitácidos en vida libre eligen su pareja en la parvada de manera minusiosa (Sahagún-Sánchez y Durán-Fernández, 2019).

## 6. Etología

Respecto a la tenencia de la mascota, los tutores también indicaron que adicional a su psitácido cuentan con otras mascotas  $n= 33$  (84.62 %) y el porcentaje restante sólo tienen al ave como mascota  $n= 6$  (15.38 %). La cantidad de humanos que socializa con el psitácido fue con mayor frecuencia cuatro con intervalo de uno a siete integrantes del hogar, varios de los tutores manifiestan tener a su mascota psitácida todo el día encerrado en la jaula  $n= 15$  (38.46 %) y un menor número de tutores lo tienen suelto un par o varias horas (Figura 7). A pesar de que ninguna de las aves cautivas demostró comportamiento agresivo con su tutor, si mostró con algunos de los integrantes de la familia  $n= 18$  (46.15 %) y con personas desconocidas  $n= 16$  (41.03 %), mientras que solo una pequeña cantidad fue dócil con cualquier persona  $n= 5$  (12.82 %) (Figura 8).



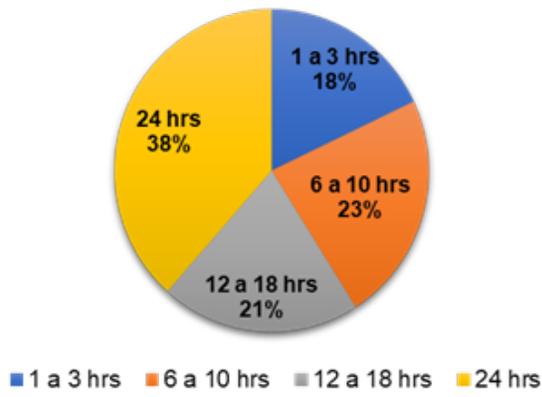


Figura 7. Periodo del mantenimiento del psitácido en jaula.

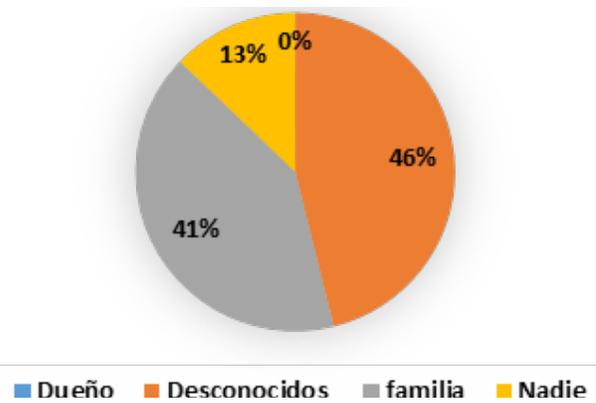


Figura 8. Agresividad de la psitácida mascota.

Los psitácidos al ser un animal de presa, son muy cautelosos con otras especies de animales lo que genera con mayor facilidad un estado de alerta y amenaza bajo situaciones que desconocen o con poca frecuencia han observado, de tal manera, que reaccionan ante ello de manera agresiva (Baker, 2012). A esto se le puede añadir que si las condiciones de la jaula son reducidas para hacer actividades físicas y no comparten espacio con otro ejemplar están altamente predispuestas a tener actitudes violentas (Pilgrim y Biddle, 2016).

### 7. Salud del psitácido

Pese a que todos los encuestados respondieron que su mascota psitácida está sana actualmente (100 %). Se cuestionó al tutor si su ave había padecido alguna enfermedad, manifestaron la mayoría que no  $n= 28$  (71.79 %) y otros que en alguna ocasión tuvieron daños en el plumaje (7.69 %), vías respiratorias (7.69 %); seguido de patologías nerviosas (2.56 %), problemas podales (2.56 %), oculares (2.56 %); y en menor grado

alteraciones digestivas (2.56 %) y parásitos-externos (2.56 %). A pesar de esto, pocos toman la decisión de llevar a su mascota a consultar con el veterinario  $n= 4$  (10.26 %). En un muestreo realizado a mascotas psitácidas se observó una amplia gama de microorganismos patógenos predisponentes como virus (*circovirus*, *poliomavirus*, *bornavirus aviar*, *adenovirus*), bacterias (*Mycobacterium avium*, *Mycoplasma*, *Salmonella* y *Escherichia coli*), y hongos (*Macrorhabdus ornithogaster* y *Aspergillus*) que pueden causar o no las manifestaciones clínicas mencionadas (Schmitz *et al.*, 2018). En otro estudio realizado por Falcón y Tremblay (2018) se observó la portación de parásitos externos en psitácidos libres. En México se estima que un 50 % de las muertes de psitácidos cautivos son ocasionadas por estrés, enfermedades y malos manejos (Garza-Almanza, 2008), por lo que es importante proponer campañas de concientización sobre las medidas sanitarias y las necesidades de llevar a curar a su mascota psitácida.



## Conclusiones

De acuerdo a los resultados observados en el estudio, la mayoría de los tutores pertenecientes a la zona urbana del municipio de Catazajá Chiapas fueron mujeres y personas de la tercera edad. Las especies de mascotas psitácidas registradas se encuentran penalizadas por las normas oficiales mexicanas. Las vías de adquisición más empleadas fueron por regalos y compras. El conocimiento del cuidado y manejo de los psitácidos es principalmente por experiencias empíricas de otras personas. Las condiciones del micro-hábitat no son confortables para desarrollar sus actividades físicas y emocionales de las diferentes especies psitácidas. El tipo de alimento empleado pudiera causar trastornos metabólicos en el individuo. La etapa reproductiva es nula. Los psitácidos demuestran una actitud agresiva hacia las personas que no son tutores. A pesar de que la mayoría de los tutores perciben a sus aves como saludables, existen antecedentes de enfermedades y una clara omisión en la atención veterinaria. Ante este panorama, resulta evidente la necesidad de implementar estrategias orientadas a capacitar a los tutores sobre el manejo adecuado de estas aves, especialmente en comunidades rurales donde el control institucional es limitado. Dichas estrategias deben considerar tanto la protección del animal como el cumplimiento de la normatividad ambiental públicas, promoviendo alternativas de conservación participativa y responsable.

## Referencias

- Baker, P. 2012. Parrots will be parrots— understanding parrots’ behavioural needs. *Veterinary Nursing Journal*, 27(12), 457-459 p.
- Berlanga, H. A., de Silva, H. G., Vargas Canales, V. M., Rodríguez Contreras, V., Sánchez González, L. A., Ortega Álvarez, R., & Calderón-Parra, R. *Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes* 2015. CONABIO, primera Edición, diciembre 2015. ISBN: 978-607-8328-32-1.
- Buenrostro-Silva, A., Gutiérrez-Sampé, E., & García-Grajales, J. 2021. Mexican Psittacids held in captivity in Puerto Escondido, Oaxaca and their welfare conditions. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, Res.8:2.
- Cantú, J. C., Sánchez, M. E., Grosselet, M., & Silva, J. 2007. Tráfico ilegal de pericos en México. Una evaluación detallada. México: Defenders of Wildlife.
- Carpio Domínguez, J. L. 2022. Redes sociales y actuación del estado en la posesión de animales exóticos: estudio en tres grupos de actores sociales en Tamaulipas, México (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Castro-Salazar J. I., & Bustos-García, B. A. 2021. La fauna silvestre en los discursos de la Ley General de Vida Silvestre, su reglamento y de los inspectores ambientales de México. *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales*, 30(60), 104-125 p. *Diario Oficial de la Federación (DOF)*. 2010.



- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 30 de diciembre de 2010. Segunda Sección. México, D. F. pp. 77.
- Garza-Almanza, V. 2008. Tráfico ilegal de vida silvestre y educación ambiental. CULCyT (Cultura, Ciencia y Tecnología) 5:5-12.
- Gómez-Álvarez, G. G., Azúa, R. V., Solano, C. T., & Gómez, S. R. R. (2005). Manejo en cautiverio de psitácidos utilizados como aves de ornato y compañía. *Revista de la Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Pequeñas Especies*, 16(1), 5-17.
- Goodman, L. A. (1961). Muestreo de bolas de nieve. *Anales de Estadística Matemática*, 32(1), 148-170. doi: <https://doi.org/10.1214/aoms/1177705148>
- Falcón, W., & Tremblay, R. L. 2018. From the cage to the wild: Introductions of Psittaciformes to Puerto Rico. (En línea). Recuperado el 30 de octubre de 2018 desde: <https://doi.org/10.7717/peerj.5669>
- Sánchez-Mercado, A. 2021. Contributions of distribution modelling to the ecological study of Psittaciformes. *Diversity*. (En línea). Recuperado el 24 de noviembre de 2021 desde: <https://doi.org/10.3390/d13120611>
- Instituto Nacional de Estadística Geografía (INEGI) 2010. Compendio de información geográfica municipal Catazajá Chiapas. (En línea). Recuperado en 2010 desde: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825292942>
- Ley General de Vida Silvestre 2021. Nueva Ley en el Diario Oficial de la Federación. Última Reforma DOF. (En línea). Recuperado el 20 de mayo de 2021 desde: [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146\\_200521.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_200521.pdf)
- Mota-Vargas, C., Parra-Noguez, K. P., & Rojas-Soto, O. 2020. Análisis del conocimiento histórico de la distribución geográfica y ecológica del loro frente blanca, Amazona albifrons, con evidencia de colonización reciente. *Revista mexicana de biodiversidad*. (En Línea). Recuperado en abril de 2020 desde: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.2708>
- Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo, M., Gordillo-Martínez, A., Townsend Peterson, A., Berlanga-García, H., & Sánchez-González, L. A. 2014. *Biodiversidad de aves en México*.
- Nóbrega-Alves, R. R. 2012. Relationships between fauna and people and the role of ethnozoology in animal conservation. *Ethnobiology and Conservation*. (En línea) Recuperado el 04 de octubre de 2012 desde: <https://doi.org/10.15451/ec2012-8-1.2-1-69>



- Plasencia Vázquez, A. H., & Escalona Segura, G. 2014. Caracterización del área de distribución geográfica potencial de las especies de aves psitácidas de la Península de Yucatán, México. *Revista de Biología Tropical*, 62:4,1509-1522 p.
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente-PROFEPA 2019. Tráfico ilegal de loros en México. (En línea). Recuperado el 20 de agosto de 2019 desde: <https://www.gob.mx/profepa/articulos/trafico-ilegal-de-loros-en-mexico>
- Pronatura Noreste 2019. Informe anual. protección de loros en peligro de extinción en México en colaboración con rainforest trust. (En línea). Recuperado el 31 de diciembre de 2019 desde: <https://www.pronaturanoreste.org/publicaciones>
- Pilgrim, M., & Biddle, B. 2016. Guía de Buenas Prácticas de EAZA para Lora Amazona Ecuatoriana (Amazona lilacina). Edición 1. Ámsterdam, Netherlands.
- Romero-Vidal, P., Carrete, M., Hiraldo, F., Blanco, G., & Tella, J. L. 2022. Confounding Rules Can Hinder Conservation: Disparities in Law Regulation on Domestic and International Parrot Trade within and among Neotropical Countries. (En línea). Recuperado el 12 de mayo de 2022 desde: <https://doi.org/10.3390/ani12101244>
- Sahagún-Sánchez, F. J., & Durán-Fernández, A. 2019. Los loros de la reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa. *Incidencia y Gobernanza Ambiental* AC, Guadalajara, México. (En línea). Recuperado el 20 de mayo de 2023 desde: <https://img1.wsimg.com/blobby/go/4eaf452c-10bc-4cb7-87fe-b76d471379b2/downloads/Los%20loros%20de%20la%20Reserva%20de%20la%20Biosfera%20Sierra,20>
- Secretaria de Medio Ambiente e Historia Natural 2023. Gobierno del Estado de Chiapas 2018-2024. SEMAHN-Boletín no. 1715. Redoblan esfuerzos para mantener en buenas condiciones a las especies resguardadas en la Reserva El Zapotal. (En línea). Recuperado el 2023 desde: [https://www.semahn.chiapas.gob.mx/portal/noticias/ver\\_noticia/1715](https://www.semahn.chiapas.gob.mx/portal/noticias/ver_noticia/1715)
- Schmitz, A., Rinder, M., Thiel, S., Peschel, A., Moser, K., Reese, S., & Korbel, R. 2018. Retrospective evaluation of clinical signs and gross pathologic findings in birds infected with *Mycobacterium genavense*. *Journal of avian medicine and surgery*. (En Línea). Recuperado el 01 de septiembre de 2019 desde: <https://doi.org/10.1647/2017-261>



# Análisis de prevalencias y distribución de la infección por los protistas de la clase Mesomycetozoa en peces teleósteos: una revisión sistémica.

Gómez-de-Anda F. R. <sup>1</sup>, De-la-Rosa Arana J. L.<sup>2</sup>, A. P. Cordero-López<sup>1</sup>,  
A. P. Zepeda-Velázquez<sup>1</sup>, A. Peláez-Acero<sup>1</sup>, V. J. Acosta-Pérez<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia Instituto de Ciencias Agropecuarias, 43600 Tulancingo de Bravo, Hgo, México.

<sup>2</sup> Microbiología en Salud Humana, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Avenida Primero de Mayo S/N, Campo Uno, 54743 Cuautitlán Izcalli, Estado de México

*Fecha de envío: 11/Abril/2024*

---

## Resumen

Los peces teleósteos son un amplio grupo biológico que en su producción y captura representan una importante industria socioeconómica. Desafortunadamente los peces cursan desafíos sanitarios incluyendo los asociados a parásitos protistas incluyendo los clasificados como Mesomycetozoea, la infección sin manejo sanitario deriva en mortalidades que generan pérdidas económicas en el sector. El presente trabajo aborda el análisis de las prevalencias y distribución mundial de estos parásitos, mediante una revisión sistémica desarrollada bajo las guías PRISMA. La revisión incluyó 11 artículos que evidenciaron infección por tres géneros protistas, *Ichthyophonus* spp., *Dermocystidium* spp. y *Sphaerothecum* spp. así como dos parásitos a nivel de especie (*Dermocystidium anguillae* y *Sphaerothecum desctruens*), el análisis mostró un intervalo de prevalencias del 1.96% al 100%. En los artículos analizados se reportaron una muestra total de 9,837 peces, entre ellos se identificó una frecuencia total

de 1,926 peces positivos a protistas Mesomycetozoea, la infección se presentó en 21 especies de teleósteos, siendo los más recurrentes *Scomber scombrus* (878/1,926 [45.58%]), *Hippoglossus stenolepis* (364/1,926 [18.89%]) y *Oreochromis niloticus* (293/1,926 [15.21%]). Noruega fue el país que presentó mayor número de peces positivos con 879/1,926 (45.63%), todos correspondientes a *Ichthyophonus* spp., así mismo, se observó que la mayoría de peces positivos correspondieron a muestras obtenidas de la pesca y procesadas por técnicas de necropsia y microbiológicas, lo que sugiere relevante implementar técnicas moleculares para la determinación de estos protistas. El presente estudio, pretende coadyuvar al desarrollo de estrategias para el monitoreo y gestión de cargas parasitarias por protistas Mesomycetozoea en poblaciones de peces teleósteos.

**Palabras clave:** teleósteos, parásito, *Mesomycetozoea*, *Dermocystidium* spp. *Ichthyophonus* spp..

---

## Introducción

La obtención y producción de recursos acuícolas alrededor del mundo se fundamenta en acciones de pesca y acuicultura, una industria que genera un total de 223.2 millones de toneladas de productos para su comercialización (FAO, 2024). Entre los que destacan los productos obtenidos a partir de los peces teleósteos, un grupo de organismos cosmopolita de amplia diversidad biológica, que se caracterizan por contar con un sistema esquelético óseo (Bone & Moore, 2007). El aprovechamiento de los peces teleósteos desempeña un rol importante en la generación de empleos (N'Souvi et al., 2021; Nicheva et al., 2022), así como en la obtención

de recursos alimentarios de alta calidad; el consumo se asocia a la obtención de proteína de alta digestibilidad, grasas saludables, así como yodo, vitamina D y calcio (Cantillo et al., 2021). No obstante, algunas características biológicas como la ubicuidad en medio acuático, el nado en cardumen y las altas densidades de producción pueden propiciar la ocurrencia de enfermedades en las poblaciones de peces teleósteos (Makori et al., 2017), entre ellas las de tipo infecciosas asociadas a una amplia diversidad de patógenos correspondientes a virus, bacterias, hongos y parásitos (Opiyo et al., 2020). La presencia de estos agentes causales en las poblaciones de peces

deriva en efectos adversos, como crecimiento lento, descenso en la tasa reproductiva e incluso mortandad (Ali et al., 2020; Amaechi, 2015; Opiyo et al., 2018). En particular, las cargas parasitarias generan mortandad asociada a la intensidad de la infección, además, presentan un alto potencial de distribución, derivado de estrategias biológicas como su transmisión a lo largo de la red trófica (Bui et al., 2016) o la presencia de estadios con motilidad que facilitan su desplazamiento en búsqueda de hospederos en el medio ambiente incluyendo el medio acuático (Sumuduni et al., 2017), como es el caso de las infecciones por protistas Mesomycetozoea, un grupo monofilético de parásitos que se agrupan en los órdenes Dermocystida e Ichthyophonida (Mendoza et al., 2002). Los protistas Mesomycetozoea son un grupo de parásitos poco estudiados que presentan similitudes con los hongos, y que actúan como agentes patógenos altamente virulentos en las poblaciones de peces, por ejemplo, se ha reportado que la infección por el protista intracelular *Sphareothecum destruens* representa mortalidades de hasta el 90% cuando afecta a poblaciones de peces ciprínidos y salmónidos (Gozlan et al., 2014; Mendonca & Arkush, 2004). La infección por Mesomycetozoea se ha asociado a la disminución de las poblaciones de anfibios y peces teleósteos a nivel mundial. La signología es variable y puede incluir, en el caso de *Dermocystidium* spp. lesiones macroscópicas a nivel del branquias, aletas y piel, mientras que para *Ichthyophonus* spp. la infección se presenta en órganos internos como corazón,

visceras y a nivel de músculo (Rowley et al., 2013). Así mismo, se ha documentado que la carga parasitaria elevada de Mesomycetozoea puede desencadenar en la enfermedad conocida como ictiofonosis. Esta infección en salmónidos (*Oncorhynchus mykiss*) se asocia al desarrollo de puntos pigmentados oscuros en la región ventral y petequias hemorrágicas a nivel cutáneo, así como la presencia de granulomas que contienen al parásito en corazón, riñón e intestinos (Radosavljevic et al., 2024). En el establecimiento de la infección por *Dermocystidium* spp., se presentan quistes que no se pueden observar sin ayuda de técnicas microscópicas, mientras que en los casos de *Ichthyophonus* spp. y *S. destruens*, se presentan quistes diseminados y de tipo nodular. Cabe destacar que tanto en la infección por *Dermocystidium* spp. como por *Ichthyophonus* spp., se presenta el desarrollo de estructuras hifales (no ceptadas) en el hospedero, lo que dificulta la identificación inicial de los protistas Meozomycetozoea, interfiriendo con la aplicación de tratamientos de manera oportuna (Gozlan et al., 2014). En la infección, el diagnóstico se efectúa principalmente por microscopía y técnicas histológicas, con una creciente participación del diagnóstico molecular, útil para distinguir de manera certera las cargas parasitarias por protistas Mesomycetozoea de otros microorganismos (Rowley et al., 2013). El seguimiento epidemiológico de estos parásitos protistas resulta importante para la industria de organismos acuícolas. Por ello, el objetivo de este trabajo fue el de abordar al análisis



sistémico de la prevalencia y distribución de protistas Mesomycetozoa en peces teleósteos, considerando su análisis independiente de las infecciones por hongos, en búsqueda de aportar información que ayude en su monitoreo y gestión epidemiológica.

## Material y Métodos

### 1. Estrategia de búsqueda

Se planteó y desarrolló una búsqueda de recursos bibliográficos basada en las guías PRISMA, establecidas para búsquedas de ítems para la elaboración de revisiones sistémicas y metaanálisis (Hutton et al., 2015), la búsqueda se realizó utilizando tres motores

de búsqueda de bibliografía especializada incluyendo PubMed® (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>), ScienceDirect® (<https://www.sciencedirect.com/>) y Wiley Online Library (<https://onlinelibrary.wiley.com/>). En cada uno de estos buscadores se ingresaron las entradas de búsqueda (Cuadro 1), formuladas a partir de las palabras clave: “Fish”, “Teleostean”, “Mesomycetozoa disease”, “Mesomycetozoa infection”, “Aquaculture” y “Fish farm”, con estas palabras se conformaron las entradas de búsqueda generales. Así mismo, se conformaron entradas de búsqueda específicas mediante las palabras: “Prevalence”, “*Ichthyophonus*”, “*Dermocystidium*” y “*Sphaerothecum*”.

Tipo de entrada	Entrada de búsqueda
General	(Fish OR Teleosts) AND ("Mesomycetozoa disease") AND (Aquaculture OR "Fish farm")
	(Fish OR Teleosts) AND ("Mesomycetozoa infection") AND (Aquaculture OR "Fish farm")
Específicas	(Prevalence OR Determination) AND ( <i>Ichthyophonus</i> ) AND (Fish OR Teleosts)
	(Prevalence OR Determination) AND ( <i>Dermocystidium</i> ) AND (Fish OR Teleosts)
	(Prevalence OR Determination) AND ( <i>Sphaerothecum</i> ) AND (Fish OR Teleosts)

**Cuadro 1.** Entradas de búsqueda utilizadas para la identificación de recursos bibliográficos referentes a infecciones por protistas Mesomycetozoa que afectan a los peces teleósteos.

### 2. Criterios de inclusión y exclusión

Se establecieron criterios de inclusión para los recursos bibliográficos que incluyeron: 1) artículos científicos catalogados como artículo de autor, 2) publicados en idioma inglés, 3) con fecha de publicación dentro de los últimos 10 años, 4) que el artículo incluyese información cuantitativa para la descripción de la relación

parásito Mesomycetozoa-pece teleóstero y 5) que el pez reportado presente importancia comercial en pesca o acuicultura. En contraparte, los artículos que se descartaron para la realización de este trabajo presentaron alguno de los siguientes criterios de exclusión: 1) reportes en tesis, tesinas, memorias de congreso, resúmenes de congreso, enciclopedias, libros, capítulos

de libro, revisiones, revisiones sistémicas, análisis bibliométricos y meta-análisis, 2) reportes publicados en idiomas distintos al inglés, 3) artículos publicados antes de 2015, 4) recursos que no reportan la prevalencia o datos para calcular la prevalencia (tamaño de muestra y número de peces positivos para el protista Meosomycetozoea), y 5) que el reporte represente un hallazgo fortuito y/o que no

represente un interés comercial para la pesca o la acuicultura. La gestión de recursos permitió seleccionar finalmente 11 artículos incluidos en el presente trabajo, la figura 1 indica el proceso de selección de los recursos incluidos en el análisis, donde se incluyen las etapas de identificación, revisión, elegibilidad y selección, de acuerdo a lo establecido en guías PRISMA (Moher et al., 2009).

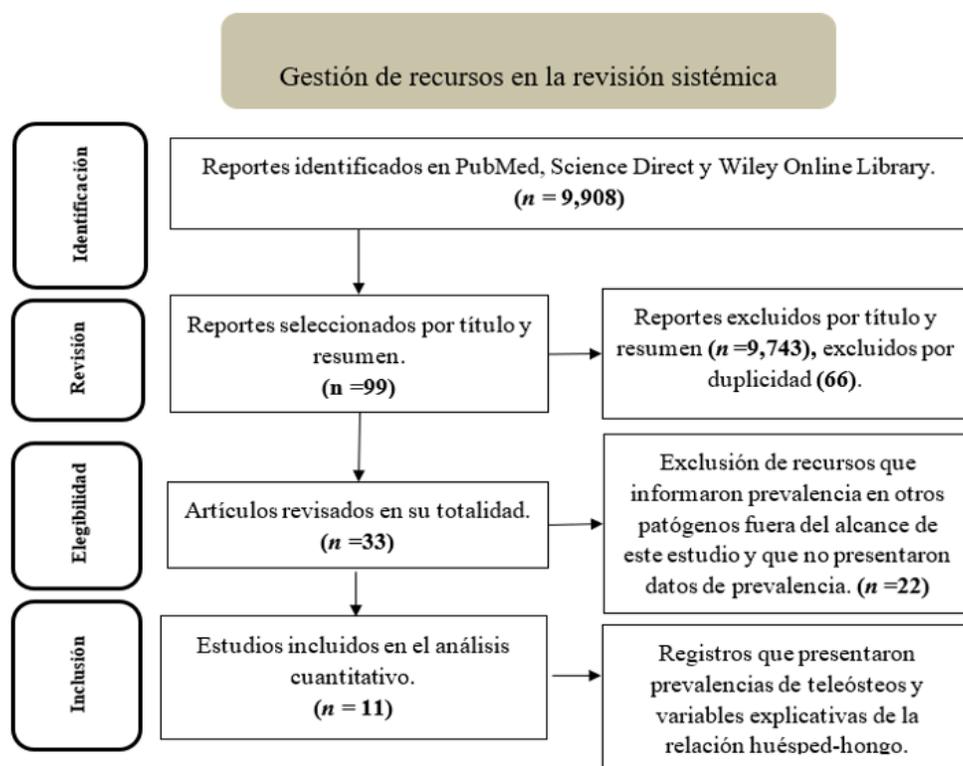


Figura 1.- Diagrama de flujo de los recursos bibliográficos de acuerdo a las directrices PRISMA para elaboración de revisiones sistémicas.

### 3. Extracción de datos

Los recursos bibliográficos que cumplieron los criterios de inclusión-exclusión, fueron revisados por los autores para confirmar su inclusión en el estudio, las discrepancias fueron resueltas en todos los casos bajo trabajo colegiado,

posteriormente los 11 artículos seleccionados se utilizaron para la extracción de datos que se incluyeron y etiquetaron como: Autor, año, país, continente, origen de la muestra, análisis para la determinación, especie de pez, especie del



## Resultados y Discusiones

parásito protista, tamaño de muestra, número de peces positivos y prevalencia, las variables se utilizaron como variables explicativas de la relación protista-pece. La extracción de datos fue validada por todos los autores para su posterior análisis.

### 4. Análisis de datos

Los datos fueron tabulados para el análisis mediante una hoja de cálculo de Excel Microsoft Office®, los datos de prevalencias (Formula a), posteriormente se obtuvo una  $n$  muestral y una  $n$  de peces positivos general a partir de los 11 artículos incluidos en el análisis, mediante la  $n$  de peces positivos por protistas Mesomycetozoea se cuantificaron las frecuencias (Formula b) y porcentajes relacionados a cada variable explicativa. Las relaciones entre variables se graficaron mediante un Sankey plot, elaborado con el uso del software VisualParadigm®, donde se visualiza la frecuencia de peces positivos relacionados para cada variable. Finalmente se analizó la distribución mundial de los reportes mediante la herramienta TomTom® de Excel Microsoft Office® Map Chart.

Formula a)  $prevalencia = \frac{\text{no. total, de organismos infectados en una muestra}}{n} * 100$  (Bush & Holmes, 1986).

Formula b)  $frecuencia = \frac{\text{no. total, de organismos infectados en una muestra}}{n}$  (Bush & Holmes, 1986).

### 1. Prevalencia de Mesomycetozoea en peces teleósteos

Se incluyeron y analizaron un total de 11 artículos, la información de los reportes se encuentra concentrada en el Cuadro 2, donde se describe un total de 38 poblaciones de peces muestreadas que presentaron prevalencia para la infección de protistas Mesomycetozoea en peces teleósteos. Las afecciones se atribuyeron a tres géneros parasitarios entre los que destacó *Ichthyophonus* spp. que afectó a 24 poblaciones de peces, donde el valor de prevalencia fluctuó entre 1.96-100%. En contraste, la infección por *Dermocystidium anguillae* solo se reportó infectando al pez *Anguilla rostrata* con una prevalencia de 42.42%. El análisis de prevalencia evidenció que la infección se presenta de forma heterogénea, con un valor mínimo de 1.96%, correspondiente a la infección por *Ichthyophonus* spp. en peces de la especie *Limanda ferruginea*. En contraste se reportó hasta un 100% de prevalencia en la afección de salmónidos de la especie *Oncorhynchus gorboscha* por *Ichthyophonus* spp. En general, los artículos mostraron una tendencia de estudio sobre infecciones causadas por *Ichthyophonus* spp.; este protista se ha reportado afectando a peces de producción acuícola (*Salmo gairdneri*), así como a peces obtenidos de la pesca, como *Seriola quinqueradiata*, usualmente con altos valores de prevalencia. Por ejemplo, en Japón se reportó en un 70% cuando la infección se presentó en *Oncorhynchus mykiss*, un pez de alta tradición en la acuicultura mundial



(Okamoto et al., 1985). En contraste, en Suecia se reportaron prevalencias comprendidas entre 4.2% (*Clupea arengus*) y 17% (*Pleuronectes flesus*), con un reporte intermedio de 11.7% para el pez *Sprattus sprattus*, todos correspondientes a la pesca (Rahimian, 1998). En general los reportes concuerdan con los valores analizados en este trabajo, donde también se observa una alta heterogeneidad de la afección por Mesomycetozoa.

Por otro lado, se encontraron reportes del 100% de prevalencia para *Dermocystidium* spp. infectando a organismos de la especie *Pangasianodon hypophthalmus* (Cuadro 2), *Dermocystidium* spp. se reportó con anterioridad en peces de la cruza *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* en la acuicultura

brasileña, donde se describieron quistes a nivel de la dermis, asociadas a hiperplasia y hemorragias en el tejido de la periferia del quiste, así como la presencia de infiltrados de células inflamatorias (Fujimoto et al., 2018). Además, la infección por *Dermocystidium* spp. se ha reportado en granjas de agua marina, donde peces de la especie *Salmo salar* presentaron agrandamiento del riñón, y nódulos como parte de una respuesta granulomatosa progresiva, así como hiperplasia y edema en las láminas branquiales (Bruno, 2001). En complemento se reportó infección por *Sphaerothecum destruens* un parásito que también se ha reportado causando lesiones de tipo nodular diseminadas, en los órganos internos, y que se ha reportado afectando a salmónidos y ciprínidos, con mortandad de hasta el 90% (Gozlan et al., 2014).

Reporte	Especie de pez	Parásito Mesomycetozoa	Prev. % (Positivos/n muestral)	País	Origen de la muestra	Diagnóstico
	<i>Alosa sapidissima</i>		4.51 (53/1175)			
	<i>Clupea pallasii</i>		20.45 (45/220)			
	<i>Gadus chalcogrammus</i>		10.53 (6/57)			
	<i>Gadus macrocephalus</i>		3.57 (2/56)			
(Gregg et al., 2016)	<i>Hippoglossus stenolepis</i>	<i>Ichthyophonus</i> spp.	50.00 (30/60)	Estados Unidos	Pesca	Molecular
	<i>Leptocottus armatus</i>		5.88 (1/17)			
	<i>Myoxocephalus jaok</i>		11.76 (4/34)			
	<i>Myoxocephalus polyacanthocephalus</i>		6.15 (4/65)			
	<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>		6.80 (10/147)			
	<i>Sebastes flavidus</i>		3.33 (1/30)			
			7.84 (4/51)			
(Floyd-Rump et al., 2017)*	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	<i>Ichthyophonus</i> spp.	6.25 (2/32)	Estados Unidos	Pesca	Molecular
			8.33 (1/12)			
(Huntsberger et al., 2017)	<i>Limanda ferruginea</i>	<i>Ichthyophonus</i> spp.	1.96 (26/1325)	Canada	Pesca	Histología



			10.00 (2/20)	China		
			5.00 (1/20)	China		
			5.00 (1/20)	China		
			5.00 (1/20)	China		
			5.00 (1/20)	China		
(Sana et al., 2017)**	<i>Pseudorasbora parva</i>	<i>Sphaerothecum destruens</i>	10.00 (2/20)	China	Pesca	Molecular
			5.00 (1/20)	China		
			10.00 (2/20)	China		
			5.00 (1/20)	China		
			5.00 (1/20)	España		
			5.00 (1/20)	Reino Unido		
	<i>Ophiodon elongates</i>		7.69 (45/585)			
	<i>Sebastes ruberrimus</i>		3.42 (20/585)			
(Harris et al., 2018)	<i>Sebastes melanops</i>	<i>Ichthyophonus</i> spp.	9.57 (56/585)	USA	Acuacultura	Microbiología
	<i>Hippoglossus stenolepis</i>		57.09 (334/585)			
	<i>Gadus macrocephalus</i>		9.91 (58/585)			
(Steckert et al., 2019)	<i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Dermocystidium</i> spp.	8.33 (5/60)	Brasil	Acuacultura	Histología
(Mahboub & shaheen, 2021)	<i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Ichthyophonus</i> spp	19.00 (76/400)	Egipto	Acuacultura	Histología
			53.00 (212/400)		Pesca	
(Li et al., 2022)	<i>Anguilla rostrata</i>	<i>Dermocystidium anguillae</i>	42.42 (28/66)	China	Acuacultura	Molecular
(Cardoso et al., 2022)	<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>	<i>Dermocystidium</i> spp.	100.00 (10/10)	Brasil	Acuacultura	Histología
(Storesund et al., 2022)	<i>Scomber scombrus</i>	<i>Ichthyophonus</i> spp.	70.73 (679/960)	Noruega	Pesca	Necropsia
			20.73 (199/960)			Microbiología
(Erkinharju et al., 2024)	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	<i>Ichthyophonus</i> spp.	100.00 (1/1)	Noruega	Pesca	Molecular

**Cuadro 2.** Prevalencia de la infección por protistas Mesomycetozoea en peces de interés comercial.

**Nota:** Prev. Prevalencias, \*Reporta la misma relación parásito-pezu con prevalencias en tres puntos de muestreo en USA, \*\* Reporta prevalencia para la misma relación parásito-pezu de diferentes puntos de muestreo en China.



## 2. Caracterización de la frecuencia de infección por protistas Mesomycetozoea en peces teleósteos

En los 11 artículos incluidos en este trabajo se reportó un total de 9,837 peces individuales muestreados, entre los cuales se reportaron 1,926 casos de peces positivos para algún protista Mesomycetozoea, lo que representa una prevalencia global del 19.57%, las frecuencias de peces positivos asociados a las variables explicativas se observan en la figura 2. Entre las variables asociadas se pudo observar que los reportes correspondieron a 8 países, aunque Noruega, Estados Unidos y Egipto, documentaron de manera conjunta 1,843/1,926 peces positivos correspondientes al 95% de los peces positivos. En relación al origen de la muestra, se registraron dos categorías donde la variable “Pesca” presentó mayor frecuencia con 1,294/1,926 peces positivos y un 67.18%. Pese a esta tendencia de los reportes, la dispersión de las cargas parasitarias es viable en poblaciones de peces obtenidos de la pesca, así como de la acuicultura, por ejemplo, se ha reportado que *Salmo salar* por su característica de pez anádromo, puede fungir como reservorio de *Dermocystidium* spp. y participar en su dispersión entre peces de agua dulce y peces de agua salada (Bruno, 2001). Así mismo, para el ambiente dulceacuícola el ciprínido *Pseudorasbora parva* se ha catalogado como un pez teleósteo que funge como reservorio para dispersión de *S. destruens*, un protista relacionado a mortalidades en otros peces dulceacuícolas

como *Cyprinus carpio* y *Abramis brama* (Sana et al., 2017). Estos reportes sugieren que los protistas Mesomycetozoea se perfilan como una problemática general en los peces teleósteos, ya sean de agua marina o agua dulce (Andreou et al., 2012). En los artículos analizados en este trabajo, el diagnóstico de los protistas Mesomycetozoea se reportó por cuatro diferentes métodos, entre los que destacó el uso de técnicas microbiológicas (712/1,926 [36.96%]), seguido de identificación por necropsia (679/1,926 [35.25%]). En relación a los métodos de diagnóstico, se pudo observar que las técnicas de observación macroscópica (necropsia) y microscópica (microbiología), son utilizadas en mayor medida que las técnicas histológicas y moleculares (Figura 2). No obstante, dado que algunos de los protistas Mesomycetozoea fueron reportados y reconocidos anteriormente como hongos (Okamoto et al., 1985; Rahimian, 1998; Spanggaard et al., 1994), resulta cada vez más importante incorporar estudios de perfil molecular para la determinación y el seguimiento epidemiológico de estos patógenos; En este tenor, la amplificación del gen *18SrRNA*, resulta en una importante herramienta para la identificación específica (Charrier et al., 2016; Mendoza et al., 2002). Por otro lado, el diagrama de Sankey, evidenció que la relación protista-pece incluyó el reporte de cuatro protistas Mesomycetozoea, afectando a un total de 21 especies de peces teleósteos de interés comercial, ya sea obtenidos de la pesca o de la acuicultura (Figura 2). En la frecuencia de peces positivos se pudo observar



que *Ichthyophonus* spp. fue el protista más recurrente con 1,869 peces positivos (97.04%), *Ichthyophonus* spp. se encontró asociado con 18 especies de peces, donde destacaron *Scomber scombrus* (878/1,926 [45.58%]), *Hippoglossus stenolepis* (364/1,926 [18.89%]) y *Oreochromis niloticus* (293/1,926 [15.21%]), que en conjunto representaron el 79.69% de los peces positivos reportados. *Ichthyophonus* spp. resulta en un patógeno de alta importancia debido a que ante la infección, algunos peces de agua dulce y ornamentales como *Gymnocorymbus ternetzi* y *Pentius tetrazona* presentan signología que incluye granulomas, estructuras que contienen el esquizonte (célula multinuclear resultante de la división del trofozoito) y que se localizan en los órganos afectados como corazón, los nódulos presentan medidas entre los 54-182  $\mu\text{m}$ , del mismo modo, la infección deriva en el desarrollo de puntos negros resultantes de una reacción de melanización, su medida oscilan entre los 2.49-6.77  $\mu\text{m}$ , con presencia en los órganos afectados como el bazo (Rahim Peyghan, 2014). Dentro del género *Ichthyophonus* spp. la especie *Ichthyophonus hoferi* es la más recurrente en peces, luego de la infección de este patógeno el pez puede ser hospedador hasta por 110 días antes de presentar mortandad, lo que aumenta el riesgo de dispersión del patógeno en las poblaciones de peces (Spanggaard et al., 1994)

una situación que puede relacionarse a las infecciones en vida silvestre. Cabe destacar que este género de Mesomycetozoea se ha reportado como un organismo de hospedero inespecífico, relacionado hasta con 80 especies de pez (Spanggaard et al., 1994), lo cual, es concordante con este estudio, donde *Ichthyophonus* spp. fue el protista más prevalente y se relacionó con hasta 18 especies de pez (Figura 2), entre los que destacó *Scomber scombrus*, un pez que presenta altos niveles de extracción en el mar mediterráneo para usos comerciales como la extracción de aceite (Bako et al., 2014). Simultáneamente, destacó la infección en *Oreochromis niloticus*, un ciclido de alta tradición en el cultivo y de interés comercial a nivel mundial para el consumo de carne (El-Sayed, 2020). Los reportes se complementaron por la infección de *Dermocystidium* spp. (15/1,926 [0.77%]), y la identificación de dos protistas Mesomycetozoea a nivel de especie correspondientes a *Dermocystidium anguillae* (28/1,926 [1.45%]) y *Sphaerothecum destruens* (14/1,926 [0.72%]). En este estudio *S. destruens* se relacionó a poblaciones del pez ciprínido *Pseudorasbora parva*, una relación ecológica que cuenta con reporte anteriormente en Francia y China (Andreou et al., 2012; Charrier et al., 2016; Sana et al., 2017).



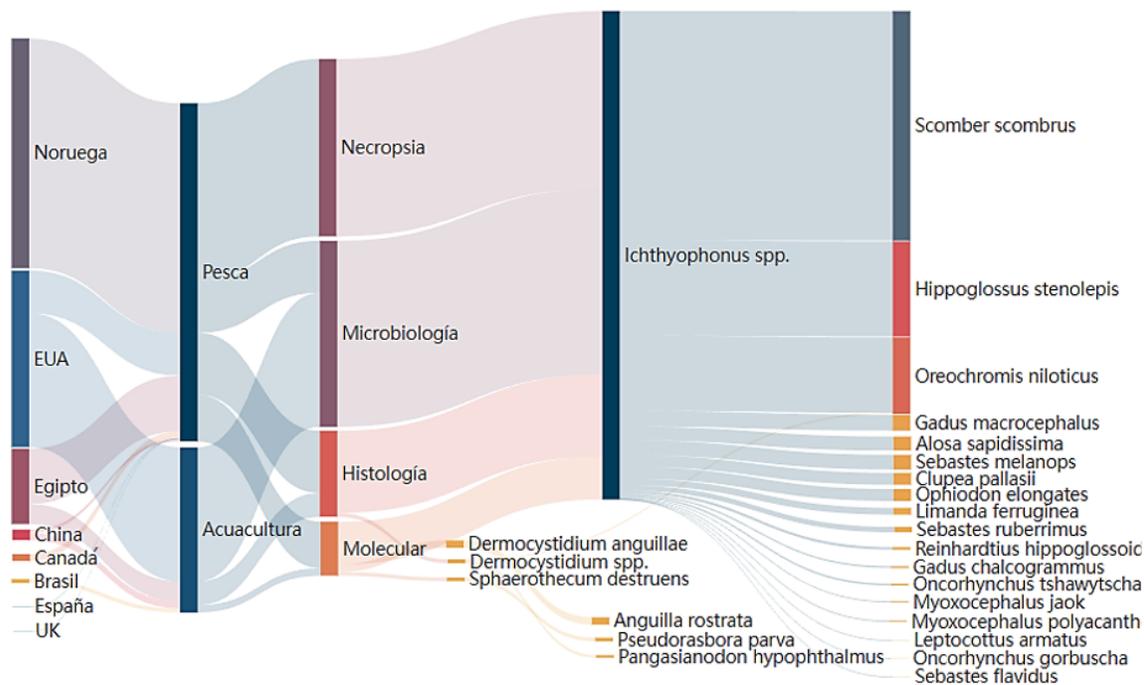


Figura 2. Diagrama de Sankey, en él se observa la relación entre las variables categóricas asociadas a la infección por protistas Mesomycetozoea en peces teleósteos, el grosor de los vectores resulta del número de peces positivos individuales asociados a cada categoría.

### 3. Distribución geográfica de los protistas Mesomycetozoea en peces teleósteos

Los reportes de la relación Mesomycetozoea-pez teleósteo se han producido en 4 de 5 continentes a nivel mundial (Figura 3). En América, Estados Unidos presentó el mayor número de peces positivos (676/1,926 [35.09%]); sin embargo, todos los reportes correspondieron a infección por *Ichthyophonus* spp., mientras que en Europa destacó el monitoreo realizado en Noruega, donde se reportaron 879 peces positivos (45.63%) para *Ichthyophonus* spp.. Los reportes se complementaron con lo correspondiente para el continente africano, donde Egipto evidenció un número de peces positivos a *Ichthyophonus* spp. de 288/1,926 (14.95%), denotando una tendencia al monitoreo de este protista

Mesomycetozoea. En el presente análisis, los reportes de Mesomycetozoea incluyeron 8 países que presentan costas en su jurisdicción, entre ellos algunos países cuentan con excelente perfil de producción acuícola como China, EUA, Egipto y Noruega (FAO, 2024). En contraste, en Brasil solo se reportó el género *Dermocystidium* spp. con una baja frecuencia de peces positivos (15/1,926 [0.77%]), en China se reportaron dos protistas Mesomycetozoea nivel de especie, aunque con baja frecuencia de peces positivos, la especie *Dermocystidium anguillae* se identificó en 28 peces positivos (1.45%), mientras que *Sphaerothecum destruens* solo en 12 peces positivos (0.62%). Cabe señalar que en la búsqueda sistémica no se encontraron reportes para México, pese a la presencia de



industria acuícola en el país (FAO, 2024), por lo que esfuerzos de muestreo pueden direccionarse para el seguimiento de estos protistas. El análisis mostró que la mayor proporción de peces positivos se presentó en países con alta producción piscícola y pesquera, es probable que esto se deba a que el esfuerzo focalizado en el monitoreo y gestión de patógenos en esos lugares, permita la detección oportuna de

los parásitos (Can et al., 2023; Jahangiri et al., 2023; Kaleem & Bio Singou Sabi, 2020). No obstante, es indispensable que la industria de organismos acuícolas continúe con la aplicación de programas de bioseguridad para disminuir el ingreso y propagación de enfermedades, así como para disminuir las pérdidas económicas asociadas a los brotes (Palić, Scarfe, & Walster, 2015).



**Figura 3.** Distribución por país de los protistas Mesomycetozoa que se reportaron infectando a peces teleosteos, el número entre paréntesis indica la frecuencia de peces individuales positivos reportados, mientras que el gráfico de pastel indica el género o especie reportado por país.

## Conclusiones

Se identificaron y se analizaron los reportes de peces positivos a protistas Mesomycetozoa en peces teleosteos, se observó que *Ichthyophonus* spp. es el protista de mayor frecuencia y prevalencia presente en los peces, no obstante,

los valores de prevalencia fueron heterogéneos. Las infecciones fueron primordialmente identificadas en peces obtenidos de la pesca, que fueron procesados por necropsia y observaciones microscópicas, denotando

la necesidad de complementar con pruebas moleculares para contar con mayor certeza del reconocimiento de los patógenos, mismos que se observaron afectando a una amplia diversidad de peces teleósteos, algunos como los cíclidos y salmónidos con una amplia tradición de cultivo e importancia socioeconómica. Las lesiones pueden incluir puntos negros cutáneos, granulomas en órganos internos y desarrollo de estructuras similares a las hifas, que en algunos casos pueden confundirse con infecciones micóticas, por lo que resulta importante llevar a cabo el monitoreo de protistas Mesomycetozoa, con el objetivo de aportar información útil para desarrollar programas de prevención y control de los agentes patógenos en las poblaciones de peces teleósteos.

### CONFLICTO DE INTERESES

Los autores del presente artículo declaran que no existe ningún tipo de conflicto de intereses, ni ninguna relación económica, personal, política, interés financiero, ni académico que pueda influir en el juicio de los mismos.

### Referencias

- Ali, F. F., Al-Tae, S. K., & Al-Jumaa, Z. M. (2020). Isolation, molecular identification, and pathological lesions of *Saprolegnia* spp. isolated from common carp, *Cyprinus carpio* in floating cages in Mosul, Iraq. *Veterinary World*, 13(12), 2759–2764. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.2759-2764>
- Amaechi, C. E. (2015). Prevalence, intensity and abundance of endoparasites in *Oreochromis niloticus* and *Tilapia zilli* (Pisces: Cichlidae) from Asa Dam, Ilorin, Nigeria. *UNED Research Journal*, 7(1), 67–70. <https://doi.org/10.22458/urj.v7i1.863>
- Andreou, D., Arkush, K. D., Guégan, J. F., & Gozlan, R. E. (2012). Introduced pathogens and native freshwater biodiversity: A case study of *Sphaerothecum destruens*. *PLoS ONE*, 7(5), 3–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036998>
- Bako, T., Umogbai, V. I., & Obetta, S. E. (2014). Extraction and Characterization of Mackery (*Scomber scombrus*) Oil for Industrial Use. *Researcher*, 6(8), 80–85. <http://www.sciencepub.net/researcher>
- Bone, Q., & Moore, R. (2007). *Biology of Fishes* (Third Edit). Taylor and Francis. South Carolina, USA.
- Bruno, D. W. (2001). *Dermocystidium* sp. in Scottish Atlantic salmon, *Salmo salar*: Evidence for impact on fish in marine fish farms. *Bulletin of the European*



- Association of Fish Pathologists*, 21(5), 209–213.
- Bui, T. N., Pham, T. T., Nguyen, N. T., Nguyen, H. Van, Murrell, D., & Phan, V. T. (2016). The importance of wild fish in the epidemiology of *Clonorchis sinensis* in Vietnam. *Parasitology Research*, 115(9), 3401–3408. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-5100-8>
- Bush, A. O., & Holmes, J. C. (1986). Intestinal helminths of lesser scaup ducks: patterns of association. *Canadian Journal of Zoology*, 64(1), 132–141. doi:10.1139/z86-022
- Can, E., Austin, B., Steinberg, C. E. W., Carboni, C., Sağlam, N., Thompson, K., Yiğit, M., Can, S. S., & Ergün, S. (2023). Best practices for fish biosecurity, well-being and sustainable aquaculture. *Sustainable Aquatic Research*, 2(3), 221–267. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10444855>
- Cantillo, J., Martín, J. C., & Román, C. (2021). Determinants of fishery and aquaculture products consumption at home in the EU28. *Food Quality and Preference*, 88(September 2020). <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104085>
- Cardoso, P. H. M., Relvas, R. S., Balian, S. de C., Moreno, A. M., Soares, H. S., Silva, L. A. S., & Martins, M. L. (2022). *Dermocystidium* sp. infection in farmed striped catfish *Pangasianodon hypophthalmus* farmed in Ceará state, Northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria*, 31(2), 2–5. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612022025>
- Charrier, A., Peudpiece, M., Lesne, M., & Daniel, P. (2016). First report of the intracellular fish parasite *Sphaerothecum destruens* associated with the invasive topmouth gudgeon (*Pseudorasbora parva*) in France. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 2016-Janua(417), 0–3. <https://doi.org/10.1051/kmae/2016031>
- El-Sayed, A.-F. M. (2020). Taxonomy and basic biology. *Tilapia Culture*, 21–31. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-816509-6.00002-1>
- Erkinharju, T., Hansen, H., & Garseth, Å. H. (2024). First detection of *Ichthyophonus* sp. in invasive wild pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) from the North Atlantic Ocean. *Journal of Fish Diseases*, 47(9), 1–7. <https://doi.org/10.1111/jfd.13990>
- FAO. (2024). The state of world fisheries and aquaculture. In *Nature and Resources* (Vol. 35, Issue 3).
- Floyd-Rump, T. P., Horstmann-Dehn, L. A., Atkinson, S., & Skaugstad, C. (2017). Effect of *Ichthyophonus* on blood plasma chemistry of spawning chinook salmon and their resulting offspring in a yukon river tributary. *Diseases of Aquatic Organisms*, 122(3), 223–236. <https://doi.org/10.3354/dao03077>
- Fujimoto, R. Y., Couto, M. V. S., Sousa, N. C., Diniz, D. G., Diniz, J. A. P., Madi, R. R., Martins, M. L., & Eiras, J. C. (2018). *Dermocystidium* sp. infection



- in farmed hybrid fish *Colossoma macropomum* × *Piaractus brachypomus* in Brazil. *Journal of Fish Diseases*, 41(3), 565–568. <https://doi.org/10.1111/jfd.12761>
- Gozlan, R. E., Marshall, W. L., Lilje, O., Jessop, C. N., Gleason, F. H., & Andreou, D. (2014). Current ecological understanding of fungal-like pathogens of fish: What lies beneath? *Frontiers in Microbiology*, 5(FEB), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00062>
- Gregg, J. L., Powers, R. L., Purcell, M. K., Friedman, C. S., & Hershberger, P. K. (2016). *Ichthyophonus* parasite phylogeny based on ITS rDNA Structure prediction and alignment identifies six clades, with a single dominant marine type. *Diseases of Aquatic Organisms*, 120(2), 125–141. <https://doi.org/10.3354/dao03017>
- Harris, B. P., Webster, S. R., Wolf, N., Gregg, J. L., & Hershberger, P. K. (2018). *Ichthyophonus* in sport-caught groundfishes from southcentral Alaska. *Diseases of Aquatic Organisms*, 128(2), 169–173. <https://doi.org/10.3354/dao03218>
- Huntsberger, C. J., Hamlin, J. R., Smolowitz, R. J., & Smolowitz, R. M. (2017). Prevalence and description of *Ichthyophonus* sp. in yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*) from a seasonal survey on Georges Bank. *Fisheries Research*, 194(February), 60–67. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2017.05.012>
- Hutton, B., Salanti, G., Caldwell, D. M., Chaimani, A., Schmid, C. H., Cameron, C., Ioannidis, J. P. A., Straus, S., Thorlund, K., Jansen, J. P., Mulrow, C., Catala-Lopez, F., Gotzsche, P. C., Dickersin, K., Boutron, I., Altman, D. G., & Moher, D. (2015). The PRISMA extension statement for reporting of systematic reviews incorporating network meta-analyses of health care interventions: Checklist and explanations. *Annals of Internal Medicine*, 162(11), 777–784. <https://doi.org/10.7326/M14-2385>
- Jahangiri, L., Shum, S., Pfeiffer, D. U., Leung, C. F., Marques, A. R. P., & St-Hilaire, S. (2023). An economic model to assess biosecurity management strategies for marine fish farms in Hong Kong SAR. *Aquaculture*, 567(August 2022), 739294. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739294>
- Kaleem, O., & Bio Singou Sabi, A. F. (2020). Overview of aquaculture systems in Egypt and Nigeria, prospects, potentials, and constraints. *Aquaculture and Fisheries*, 4(April), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2020.07.017>
- Li, D., Nie, P., & Liu, Y. (2022). Detection of *Dermocystidium anguillae* in imported elvers of American eel *Anguilla rostrata* in China. *Folia Parasitologica*, 69, 1–7. <https://doi.org/10.14411/fp.2022.013>
- Mahboub, H. H., & shaheen, A. A. (2021). Mycological and histopathological identification of potential fish pathogens in Nile tilapia. *Aquaculture*, 530(August



- 2020), 735849. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735849>
- Makori, A. J., Abuom, P. O., Kapiyo, R., Anyona, D. N., & Dida, G. O. (2017). Effects of water physico-chemical parameters on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth in earthen ponds in Teso North Sub-County, Busia County. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 20(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s41240-017-0075-7>
- Mendonca, H. L., & Arkush, K. D. (2004). Development of PCR-based methods for detection of *Sphaerothecum destruens* in fish tissues. 61(1), 187–197.
- Mendoza, L., Taylor, J. W., & Ajello, L. (2002). The class Mesomycetozoa: A heterogeneous group of microorganisms at the animal-fungal boundary. *Annual Review of Microbiology*, 56(May), 315–344. <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.56.012302.160950>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *BMJ (Online)*, 339(7716), 332–336. <https://doi.org/10.1136/bmj.b2535>
- N'Souvi, K., Sun, C., Egbendewe-Mondzozo, A., Tchakah, K. K., & Alabi-Doku, B. N. (2021). Analysis of the impacts of socioeconomic factors on hiring an external labor force in tilapia farming in Southern Togo. *Aquaculture and Fisheries*, 6(2), 216–222. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2020.07.010>
- Nicheva, S., Waldo, S., Nielsen, R., Lasner, T., Guillen, J., Jackson, E., Motova, A., Cozzolino, M., Lamprakis, A., Zhelev, K., & Llorente, I. (2022). Collecting demographic data for the EU aquaculture sector: What can we learn? *Aquaculture*, 559(May), 738382. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738382>
- Okamoto, N., Nakase, K., Suzuki, H., Nakai, Y., Fujii, K., & Sano, T. (1985). Life History and Morphology of *Ichthyophonus hoferi* in Vitro. *Fish Pathology*, 20, 273–285. <https://doi.org/10.3147/jsfp.20.273>
- Opiyo, M. A., Marijani, E., Muendo, P., Odede, R., Leschen, W., & Charo-Karisa, H. (2018). A review of aquaculture production and health management practices of farmed fish in Kenya. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, 6(2), 141–148. <https://doi.org/10.1016/j.ijvsm.2018.07.001>
- Opiyo, M. A., Venny Mziri, S. M., Domitila Kyule, Shebanhinzano, Miriam Wainaina, Esther Magundu, Kenneth Werimo, & Veronica Ombwa. (2020). Fish Disease Management and Biosecurity Systems. *Status of Aquaculture in Kenya, April 2021*, 97–126. <https://www.researchgate.net/publication/351050775>
- Palić, D., Scarfe, A. D., & Walster, C. I. (2015). A Standardized Approach for Meeting National and International Aquaculture Biosecurity Requirements for Preventing, Controlling, and Eradicating Infectious Diseases. *Journal of Applied Aquaculture*, 27(3), 185–219. doi:10.1080/10454438.2015.1084164



- Radosavljevic, V., Radanovic, O., Glišić, D., Zdravkovic, N., Maksimovic-zoric, J., Nesic, K., Savic, B., & Raškovic, B. (2024). First case of ichthyophonosis in farmed rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* in Serbia. *Diseases of Aquatic Organisms*, 159, 91–97. <https://doi.org/10.3354/dao03804>
- Rahim Peyghan, M. J. (2014). The Detection of *Ichthyophonus hoferi* in Naturally Infected Fresh Water Ornamental Fishes. *Journal of Aquaculture Research & Development*, 05(07). <https://doi.org/10.4172/2155-9546.1000289>
- Rahimian, H. (1998). Pathology and morphology of *Ichthyophonus hoferi* in naturally infected fishes off the Swedish west coast. *Diseases of Aquatic Organisms*, 34(2), 109–123. <https://doi.org/10.3354/dao034109>
- Rowley, J. J. L., Gleason, F. H., Andreou, D., Marshall, W. L., Lilje, O., & Gozlan, R. (2013). Impacts of mesomycetozoean parasites on amphibian and freshwater fish populations. *Fungal Biology Reviews*, 27(3–4), 100–111. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2013.09.002>
- Sana, S., Hardouin, E. A., Gozlan, R. E., Ercan, D., Tarkan, A. S., Zhang, T., & Andreou, D. (2017). Origin and invasion of the emerging infectious pathogen *Sphaerothecum destruens*. *Emerging Microbes & Infections*, 6(8), e76. <https://doi.org/10.1038/emi.2017.64>
- Spanggaard, B., Gram, L., Okamoto, N., & Huss, H. H. (1994). Growth of the fish-pathogenic fungus, *Ichthyophonus hoferi*, measured by conductimetry and microscopy. *Journal of Fish Diseases*, 17(2), 145–153. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.1994.tb00207.x>
- Steckert, L. D., Cardoso, L., Tancredo, K. R., Martins, M. L., & Jerônimo, G. T. (2019). *Dermocystidium* sp. In the gills of farmed *Oreochromis niloticus* in Brazil. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 91(3), 1–5. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201920180959>
- Storesund, J. E., Nylund, C. da S., Karlsbakk, E., Giulietti, L., Bao, M., Cipriani, P., & Levsen, A. (2022). High prevalence of *Ichthyophonus* sp. infections in Northeast Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). *Journal of Fish Diseases*, 45(8), 1243–1249. <https://doi.org/10.1111/jfd.13652>
- Sumuduni, B., Munasinghe, D., & Arulkanthan, A. (2017). Survivability and Transmission rate of *Centrocestus* sp . Cercariae to early fingerlings of Koi carp (*Cyprinus carpio*) an .... *Journal of Fisheries and Life Science*, December 2017.



# Tecnologías para la productividad de las granjas porcinas.

Juárez De Paz, I.<sup>1</sup> , Ponce-Noguez J. B.<sup>2\*</sup> ,  
Álvarez-Sánchez G. F.<sup>1</sup> , López-López, M.I.<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

<sup>2</sup> Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, Universidad Autónoma de Chiapas.

<sup>3</sup> Asociación de Certificación de Sector Agropecuario Alimentario AC.

*Fecha de envío: 26/Abril/2025*

## Resumen:

En la producción porcina, las Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) son fundamentales para asegurar la calidad e inocuidad de los productos, mejorando la eficiencia y reduciendo impactos negativos en el medio ambiente. Para asegurar la trazabilidad de los animales, se emplean diversos métodos de identificación, como tatuajes, incisiones o muescas, que permiten un seguimiento individual y permanente. En cuanto al manejo de excretas, existen diferentes sistemas de pisos, como los sólidos, que facilitan la recolección diaria de residuos para su compostaje, los pisos ranurados, que permiten almacenar los desechos en fosas de tiempo variable, y el sistema de cama profunda, que transforma los residuos en composta de calidad. Además, los sistemas de ventilación, tanto naturales como mecánicos, son fundamentales para regular la temperatura y prevenir el estrés térmico, asegurando así el bienestar de los

animales. El uso de biodigestores también contribuye a la sostenibilidad, ya que reduce la contaminación ambiental y genera biogás a partir de residuos orgánicos. En cuanto a la reproducción, la criopreservación del semen porcino mejora la capacidad reproductiva del verraco, aunque es crucial controlar las temperaturas de conservación para evitar daños a los espermatozoides. Implementar las Buenas Prácticas Pecuarias (BPP), junto con tecnologías de manejo de residuos y biotecnología en la producción porcina, optimizan la gestión de residuos y promueven un proceso de producción más eficiente. Además, permiten a las empresas cumplir con los estándares nacionales e internacionales, mejorando su competitividad y garantizando prácticas responsables con el medio ambiente.

**Palabras clave:** Nuevas tecnologías, Cerdos, Crianza de cerdos, Desarrollo pecuario.

## Introducción

Las Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) se definen como el conjunto de procedimientos actividades, condiciones y controles que se aplican en las unidades de producción de animales y en los establecimientos Tipo Inspección Federal, con el objeto de disminuir los peligros asociados a agentes físicos, químicos o biológicos, así como los riesgos zoonosarios en los bienes de origen animal para consumo animal; sin perjuicio de otras disposiciones legales aplicables en materia de Salud Pública. La implementación de las BPP busca mejorar la calidad de los productos alimenticios mediante un eficiente manejo de los animales dando por lo tanto un producto inocuo. La necesidad de asegurar la mejora continua de los productos a lo largo de toda

la cadena productiva ha provocado un interés creciente de las gerencias por la aplicación de los sistemas de calidad. En los últimos años, este interés se ha centrado en los impactos que generan dichos sistemas, los cuales se reflejan en al menos cuatro indicadores clave: eficiencia en el uso de la tecnología, niveles de producción, ventas y exportaciones. En el caso de las empresas cárnicas en México, la adopción de certificaciones y metodologías de calidad ha generado resultados positivos, evidenciados en el crecimiento de la producción y de las exportaciones (Huerta et al., 2016; Ley Federal de Sanidad Animal, 2007, Artículo 4).

Debido al incremento en la demanda de carne de cerdo en el mercado internacional y a la relativa



facilidad de crianza del animal, la porcicultura ha tenido un fuerte crecimiento en México en los últimos años. Su producción se ha elevado hasta constituirse en una importante fuente de divisas, paralelo a ese crecimiento, han surgido problemas ambientales relacionados con el mal manejo de sus desechos. La producción intensiva de carne de cerdo ha provocado impactos severos en el ambiente por la acumulación de desechos sólidos sin tratar y por la contaminación de diferentes cuerpos de agua donde son descargadas sus aguas residuales (Cervantes et al., 2007).

Un instrumento importante para mejorar el desempeño ambiental de las empresas y/o procesos son las producciones más limpias (PML). Durante los últimos 25 años, la aplicación del enfoque PML ha demostrado resultados positivos en la mitigación de daños ambientales y la creación de beneficios económicos y sociales definida como la aplicación continua de una estrategia integrada de prevención de la contaminación ambiental, a los procesos productivos, productos y servicios, con el fin lograr un uso más eficiente de los recursos naturales y de ese modo aumentar la eficiencia ecológica, minimizar los desechos, así como los riesgos a la salud, seguridad humana y al medio ambiente. Se trata de una estrategia dirigida hacia las causas antes que a los efectos. En cuanto a los procesos productivos, se trata de conservar las materias primas, insumos, agua y energía, reducir y/o sustituir materiales tóxicos, junto con la reducción de los impactos ambientales generados por el mal manejo de la porquinaza. Por el lado de los productos,

involucra disminuir los impactos negativos en el ciclo de vida, desde la extracción de materias primas para su elaboración, hasta su disposición final, a través de un diseño apropiado de productos (Varela, 2010; Cádenas et al., 2019). Por consiguiente, el uso de la biotecnología, la cual se definió como cualquier aplicación tecnológica que utiliza sistemas biológicos, organismos vivos o derivados para hacer o modificar productos o procesos para un uso específico. Ha desarrollado una serie de nuevos métodos científicos con grandes beneficios, especialmente en biomedicina y veterinaria. En la producción animal, esta tecnología amplía el potencial de células y organismos mediante modificaciones selectivas, mejorando el desempeño, sobre todo a través del uso de microorganismos naturales o recombinantes que optimizan la digestión y eficiencia alimenticia. En reproducción animal, las biotecnologías ganaderas buscan intensificar el mejoramiento genético y la multiplicación de razas superiores mediante técnicas moleculares que permiten la selección temprana de individuos, la rápida introducción de genes beneficiosos, la identificación del sexo embrionario y la evaluación de la eficiencia reproductiva, incluyendo herramientas avanzadas como la producción de embriones in vitro y la clonación por transferencia nuclear (Uffo, 2011).

## Desarrollo

### 1. Bases de datos utilizadas.

La revisión se realizó durante enero-marzo del 2025 y el presente trabajo refleja la revisión de información utilizando los motores de búsqueda



de información de artículos científicos Google académico, DOJA, Scopus, y PubMed y los motores de búsqueda académicos de Scielo, Redalyc y Dialnet, entre otros. Estos motores se enfocan en resultados académicos, como artículos científicos, tesis, libros y resúmenes, asegurando la calidad y relevancia de la información.

## **2. Sistemas de identificación**

Uno de los principales requisitos en la trazabilidad de animales y sus subproductos es la implementación de un sistema de identificación animal. Existe una serie de tecnologías actualmente en aplicación o desarrollo para la identificación animal y sus productos, como consecuencia de la necesidad de instaurar un sistema de identificación individual y permanente que asegure la trazabilidad de los animales. En el caso de porcinos, los sistemas más empleados han sido las muescas e incisiones en la oreja y los tatuajes, debido a que no es posible utilizar técnicas basadas en la alteración del color del pelo, como el marcado por corrosión o por frío. Sin embargo, estas técnicas presentan limitaciones, ya que no siempre garantizan una identificación precisa, lo que ha motivado el desarrollo de dispositivos externos como crotales, collares, marcas caudales y brazaletes, que inicialmente se usaban como complemento. El crotal, con número de identificación impreso, y el tatuaje, aplicado en el pabellón auricular justo después del nacimiento, son actualmente los métodos oficiales en la identificación porcina, aunque este último, a pesar de su bajo costo, requiere experiencia para su correcta aplicación

y puede presentar dificultades de lectura por la deformación de los números conforme el animal crece. Además de estos métodos tradicionales, se han incorporado tecnologías más avanzadas como chips electrónicos, también existen los métodos biométricos tales como la huella nasal, imágenes digitales de retina e iris y la huella genética de ADN (DNA fingerprinting). Los implantes de chips electrónicos han sido rechazados por las autoridades en EE.UU., debido al riesgo de que estos sistemas puedan migrar y entrar a la cadena de alimento. Por otro lado, el marcaje con fuego está prohibido en países del Reino Unido, debido a las fuertes medidas de protección y cuidados del bienestar animal (Felmer et al., 2006; Santamarina y Babot, 2007; Santamarina et al., 2008).

La necesidad de disponer de métodos de identificación animal que faciliten la trazabilidad de sus productos y que puedan ser usados globalmente despertó el interés por la identificación electrónica (IDE) mediante dispositivos pasivos de radiofrecuencia que utilizan radiaciones electromagnéticas no ionizantes. Estos sistemas están constituidos por dispositivos electrónicos pasivos de pequeño tamaño llamados transponders que son sondeados a distancia por unidades de lectura llamadas transceivers o lectores. En la especie porcina la identificación electrónica aportaría una serie de ventajas: mejorar el manejo general y la economía productiva de la explotación, reduciendo los costes por mano de obra, mejorar la calidad del producto final, mejorar el control en matadero y transferir información de más calidad, permitiendo la obtención automática de



los datos y evitando posibles errores humanos (Felmer et al., 2006; Santamarina et al., 2008).

### **3. Pisos**

Los pisos que son manejados en las unidades de producción de porcinos son variados, entre ellos se tienen los pisos sólidos, los cuales permiten la recolecta de excretas día a día fácilmente para posteriormente ser trasladadas al área de compostaje; los pisos ranurados son fosas que permiten almacenar en tiempo variable todos los residuos, estos pisos de las fosas tienen una pendiente del 1% y son inundadas por una película de agua sobre el área de la fosa, y su descarga se realiza de acuerdo a necesidades del manejo de la cama, estas aguas residuales son trasladadas para su respectivo tratamiento y separación de excretas sólidas y están pasan a formar parte del compostaje; y, el sistema cama profunda el cual es un sistema de manejo de excretas, la técnica consiste en esparcir residuos vegetales en toda el área de la cama, de tal manera que las excretas y orinas se mezclen con la cama de 0.5 metros a la altura de estos residuos vegetales y aplicando volteo a la cama, más la aplicación del inoculante se consigue tener de manera progresiva un compost, la cantidad de volteo de la cama depende de la edad del cerdo, desde la semana 14 (50 Kg) hasta la finalización de la etapa de engorde en la semana 24 (105 Kg) se voltea la cama de 2 a 3 veces por semana iniciando el proceso de descomposición de la materia orgánica, una buena calidad de compostaje toma aproximadamente 3 meses, luego este compostaje es retirado para dar el acabado final y luego comercializar (Quizhpe y

Wiesner, 2013).

En el área de maternidad hay dos tipos de zonas, una que ocupa la jaula donde está la cerda (central) y otras a los laterales donde se disponen los lechones. Lo más utilizado es piso emparrillado total, este debe ser de mayor resistencia en la parte central. Como alternativa se utiliza piso de concreto en el tercio anterior del piso y piso emparrillado en el resto. En el espacio de lechones se coloca emparrillado plástico y se coloca una fuente de calor con o sin nido o escamoteador. Una opción extra es elevar unos 4 a 5 cm el piso central de la jaula, donde se tumba la cerda, para facilitar el acceso de los lechones a la línea mamaria inferior y dificultar el ingreso de estos al espacio de la cerda en los primeros días posparto, evitando el aplastamiento. El espacio dispuesto para los lechones, alrededor de la jaula, puede variar en base a la edad de destete, contemplándose entre 40 y 65 cm de ancho, Los tabiques separadores constan de placas de (plástico o mampostería) o rejas que alcancen una altura de 45 a 55 cm suficiente para que no salten los lechones (Principi et al., 2021).

### **4. Ventilación**

Los porcinos son animales que tienen dificultades para eliminar el calor corporal debido a que poseen pocas glándulas sudoríparas, por lo que dependen principalmente de la respiración y del contacto con superficies frías para regular su temperatura. Sin embargo, para garantizar su confort en todo momento, es fundamental adecuar sistemas de ventilación en las granjas. Estos sistemas permiten mantener una



temperatura ambiental adecuada, ya que los cambios bruscos pueden afectar gravemente su desempeño productivo e incluso provocar el Síndrome de Estrés por Calor, que compromete sus sistemas orgánicos. La ventilación adecuada impacta de forma positiva tanto en el bienestar animal como en la rentabilidad de la granja, ya que su objetivo principal es promover el movimiento y la renovación constante del aire, lo cual permite evacuar gases nocivos como el Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) y el amoníaco (NH<sub>3</sub>), eliminar malos olores, polvo, y mantener controladas la temperatura y la humedad ambiental (Biovet, 2021; Cuéllar, 2021).

Existen tres tipos principales de sistemas de ventilación en producción porcina: natural, mecánico o mixto, cuya elección depende del nivel tecnológico de la explotación, el potencial genético de los animales y el manejo operativo de la granja. Estos sistemas deben diseñarse cuidadosamente con entradas y salidas estratégicas que aseguren una circulación eficiente del aire y una adecuada disipación del calor. Una ventilación deficiente puede generar altas concentraciones de contaminantes que afectan el comportamiento y salud de los cerdos, induciendo inactividad, conductas agresivas, lesiones cutáneas y bursitis por contacto prolongado con superficies duras. En este contexto, la eficiencia del sistema de ventilación es clave, ya que determina el control efectivo de la temperatura, la calidad del aire y, en última instancia, el bienestar animal y la rentabilidad de la unidad de producción (Biovet, 2021; Cuéllar, 2021; Chantziaras et al., 2020; Vitali et al., 2021).

La ventilación natural fue uno de los primeros métodos utilizados al confinar animales en naves, abriendo puertas y ventanas para reducir la humedad y el calor. Este sistema depende de factores ambientales como la temperatura exterior, la velocidad del viento y la convección térmica, por lo que su eficacia varía según las condiciones climáticas de la región. Es especialmente importante ubicar adecuadamente el galpón, considerando la orientación, los vientos predominantes, la presencia de árboles y el relieve del terreno, ya que estos elementos influyen directamente en la magnitud y distribución del flujo de aire al interior. Para mejorar su funcionamiento, pueden incorporarse cortinas móviles, que se abren o cierran según la temperatura ambiental, y ventiladores auxiliares para favorecer el ingreso y la circulación del aire (Jacobson, 2004; Principi et al., 2021; Vitali et al., 2021; Zangaro, 2018).

Entre las variantes de este sistema se encuentra la ventilación natural estática, que utiliza la diferencia de temperatura entre el aire interior y exterior para generar movimiento a través de aberturas en techos y paredes. También se emplean configuraciones como los túneles de viento, estructuras de bajo costo orientadas en dirección de los vientos predominantes. Sin embargo, su principal desventaja es la falta de control, lo que puede afectar la calidad del aire y la temperatura interna. Por lo general, esta ventilación es más adecuada para cerdos en etapas de crecimiento, ya que toleran mejor las variaciones térmicas, mientras que en etapas más sensibles como maternidad y destete, se



recomienda el uso de ventilación mecánica por su capacidad de mantener condiciones ambientales más estables y controladas (Biovet, 2021; Cuéllar, 2021; Chantziaras et al., 2020; Jacobson, 2004; Vitali et al., 2021; Zangaro, 2018).

La ventilación artificial o forzada en granjas porcinas utiliza equipos mecánicos como ventiladores y extractores para generar un flujo de aire constante y controlado dentro de las instalaciones. Este sistema se clasifica según el tipo de presión que ejerce: negativa, positiva y neutra. La presión negativa, la más común y eficiente, utiliza ventiladores de escape para extraer el aire interior y generar un vacío parcial que facilita la entrada controlada de aire fresco, siempre que la nave esté herméticamente cerrada. La presión positiva impulsa el aire exterior hacia el interior y permite su salida por aberturas pasivas; sin embargo, su uso es limitado actualmente debido a los problemas de control de humedad y deterioro de estructuras. En la presión neutra, los ventiladores introducen y expulsan aire simultáneamente, buscando un equilibrio en el flujo, y se puede complementar con mezcladores para evitar corrientes frías, especialmente en invierno. El diseño de estos sistemas considera tres componentes esenciales: ventiladores, aberturas y controles, que deben ajustarse a las condiciones climáticas, la edad y la densidad de los animales. Para mantener el confort térmico, la tasa de flujo de aire recomendada es de 800 a 1,000 pies cúbicos por minuto, y se sugiere utilizar ventiladores de una sola velocidad que garanticen un intercambio de aire constante y eficiente (Biovet, 2021; Cuéllar,

2021; Jacobson, 2004; Zangaro, 2018).

En un estudio realizado por Li Rong et al. (2015), señalan que el Sistema Híbrido de ventilación (HBV) determinó que la ventilación híbrida podría proporcionar condiciones térmicas interiores apropiadas en invierno si el sistema de calefacción está diseñado correctamente. Con el 25 % de la capacidad calorífica repartida sobre el sólido piso, alrededor de 20.0 °C, aunque la temperatura es ligeramente más baja en algunos corrales debajo de las aberturas del techo. Sin embargo, Vitali et al. (2021) encontraron como hallazgos que, los cerdos que se encontraban en instalaciones con ventiladores mecánicos mostraron lesiones tales como cola inferior en comparación con la ventilación natural y una mayor proporción de cerdos con la posición de la cola hacia arriba, siendo el resultado de la conducta de morderse la cola, el cual se considera actualmente un indicador de estrés, teniendo un efecto negativo en el estado emotivo de los cerdos, siendo un comportamiento anormal, se ha encontrado que su ocurrencia es fuertemente dependiente por diversos factores ambientales.

De acuerdo con los resultados reportados en el estudio de Vitali et al. (2021), cuando las temperaturas entre la ventilación natural y la ventilación mecánica son desafiantes, cuanto mayor es la velocidad del aire en las naves, incluso si no es capaz de disminuir la temperatura interior, podría haber contribuido a una reducción en la percepción del calor a nivel de los cerdos, así como a una reducción en la concentración de CO<sub>2</sub>, influyendo así en el comportamiento de los cerdos y contribuyendo



a mejorar su bienestar. En climas cálidos, los sistemas de ventilación mecánica pueden no ser suficientes para mitigar el estrés por calor en los cerdos, y se deben proponer otras soluciones (por ejemplo, sistemas de enfriamiento o rociadores de agua) para evitar consecuencias en el bienestar de los cerdos.

Es necesario el correcto empleo de los sistemas de ventilación, puesto que, todas las temperaturas que están por encima o por debajo de la zona termoneutral del animal pueden influir en el rendimiento de crecimiento general de los cerdos, incluida la ganancia diaria promedio y la tasa de conversión alimenticia de los cerdos en crecimiento y finalización (Chantziaras et al., 2020; Vitali et al., 2021).

## 5. Climatización

Las necesidades térmicas de los cerdos varían según su edad, por lo que es fundamental controlar la temperatura y evitar cambios bruscos que puedan generar problemas infecciosos o, en el peor de los casos, la muerte. Existen distintos sistemas de climatización empleados en la producción porcina. Los sistemas de calefacción más utilizados son, *pantalla de gas para ambientes grupales* y *sistemas focales* para lechones de maternidad. En zonas muy frías se pueden calefaccionar algunas dependencias con *radiadores* o *tubos delta de aluminio* de difusión de calor, también se pueden requerir sistemas de enfriamiento o refrigeración, en granjas o instalaciones más pequeñas existe la alternativa del aire acondicionado (Principi et al., 2021).

Otro sistema de calefacción es el infrarrojo, que ofrece dos alternativas principales, mediante

pantallas de gas y con resistencia eléctrica; la calefacción por agua caliente, a través de lecho térmico con serpentín a haz de tubos por los cuales circula el agua. Este sistema ofrece también, a su vez, dos alternativas a través del suelo; y área, a través de tubos disipadores de calor (tubo delta) y la calefacción por lecho térmico con resistencia eléctrica. La calefacción por infrarrojo, por la simplicidad de su instalación inicial, sigue estando presente en muchas de las explotaciones. Uno de los problemas que se presenta en la práctica, sobre todo en las explotaciones con ventilación estática, es que, con el fin de mantener las temperaturas elevadas que los lechones demandan, se reduce el nivel de ventilación, originando un incremento en la concentración de gases (amoníaco y sulfhídrico), aumentando los problemas respiratorios en los lechones (Moreno y Buxadé, 1999).

## 6. Biodigestor

Ante el constante incremento en los costos de los insumos, muchos propietarios de pequeñas granjas buscan alternativas viables para reducir sus gastos de operación y, al mismo tiempo, mejorar las condiciones de salud e higiene en sus unidades de producción. En este contexto, la generación de biogás y electricidad mediante procesos de biodigestión representa una opción atractiva y sostenible. La digestión anaerobia es una tecnología de tratamiento de residuos orgánicos que no solo resuelve el problema del manejo de excretas y residuos agrícolas, sino que también permite reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y aprovechar el potencial



energético de estos materiales (Venegas et al., 2015).

La descomposición del estiércol animal ocasiona consecuencias ambientales graves por la producción de gases como el metano ( $\text{CH}_4$ ) y el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), estos gases se liberan a través de la fermentación, así como la nitrificación y desnitrificación produciendo contaminación de los recursos del suelo y agua. Un digestor de desechos orgánicos o biodigestor es un contenedor hermético e impermeable, en la que se depositan desechos orgánicos (estiércol o material vegetal) en determinada dilución de agua por un periodo de 35 a 45 días aproximadamente, para que a través de la fermentación anaerobia se libere la energía química contenida en la materia orgánica, la cual se convierte en biogás, además, se disminuya el potencial contaminante de los excrementos. Mediante la implementación de un biodigestor se busca mitigar el impacto económico, social y ambiental generado por los residuos orgánicos que producen los cerdos (Gómez et al., 2017; Lorente, 2010; Osejos-Merino et al., 2018).

La biodigestión es un proceso de biodegradación en el que los residuos sólidos orgánicos son transformados parcialmente en biogás, una mezcla combustible compuesta principalmente por  $\text{CH}_4$ , dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y trazas de otros gases como sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ) y amoníaco ( $\text{NH}_3$ ). Este proceso ocurre en condiciones anaerobias, ya que los microorganismos que intervienen son sensibles al oxígeno, y se desarrolla en cuatro etapas: hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis. El agua juega un papel clave,

no solo al facilitar el crecimiento microbiano, sino también como medio de transporte para los sustratos y productos del proceso. Puede llevarse a cabo mediante dos métodos: en vía seca, con un contenido de sólidos entre el 20 % a 40 %, o en vía húmeda, con lodos que contienen entre el 10 % al 15 % de sólidos. La elección del tipo de proceso depende de las características del residuo y de la infraestructura disponible. Además del biogás, que tiene un contenido mínimo de 45 % de  $\text{CH}_4$ , considerado un combustible limpio y renovable, la digestión anaerobia genera un subproducto conocido como digestato o efluente, que conserva los nutrientes de la biomasa original y puede ser utilizado como fertilizante en la agricultura, cerrando así el ciclo de aprovechamiento de los residuos (Vega et al., 2020; Castro et al., 2020). Los residuos generados en las unidades de producción porcina pueden ser tratados mediante diversas tecnologías, como la composta, las lagunas de oxidación y la digestión anaerobia. Esta última se ha destacado como una alternativa eficiente, ya que permite la recuperación simultánea de nutrientes, en forma de fertilizante, y de energía, al utilizar biodigestores, los nutrientes presentes en las excretas se transforman en un bioabono líquido de aplicación directa en cultivos, lo que disminuye el uso de fertilizantes químicos y la contaminación asociada a estos (Peñañiel et al., 2021).

Este proceso contribuye a la disminución de la contaminación ambiental y ofrece una alternativa viable para el manejo sostenible de residuos orgánicos, especialmente de fuentes locales y



regionales tradicionalmente subutilizadas, como las excretas líquidas de cerdo. Existen diferentes tipos de biodigestores, prefabricados, pero el más utilizado es el de forma cilíndrica el cual tiene una tubería de entrada por donde ingresa la materia orgánica mezclada con agua, y una tubería de salida en la cual existe una descarga de un material con baja carga contaminante (Soria et al., 2001; Venegas et al., 2015).

Un estudio realizado por Venegas et al. (2015) señala que el costo de los biodigestores utilizados en la actividad pecuaria varía según el material, el tamaño y el diseño, considerando modelos tipo laguna y motogeneradores con capacidades de 10 kW, 30 kW y 60 kW. La cobertura de energía eléctrica difería entre granjas, dependiendo de la capacidad del biodigestor, el manejo del motogenerador, las horas de operación y el consumo energético. Se concluyó que las granjas pueden alcanzar la autosuficiencia energética e incluso diversificar sus operaciones. Asimismo, Venegas et al. (2017) indicaron que existe una relación directa entre el tamaño de la granja y su rentabilidad: a mayor tamaño, mejores indicadores financieros. Los cinco tamaños de granja propuestos en el estudio presentaron resultados financieros favorables, y en los casos de granjas con 2 000, 3 000 y 5 000 cerdos, la cantidad de biogás producido permitiría incluso operar un motogenerador adicional. En conjunto, los resultados sugieren que el uso de biodigestores en granjas porcinas es rentable desde una perspectiva económica, social y ambiental.

La instalación de biodigestores ofrece importantes beneficios económicos, siendo

una tecnología utilizada a nivel mundial, especialmente en regiones sin acceso a reservas significativas de combustibles fósiles. El biocombustible se destaca en la generación eléctrica, cuya conversión de energía está contenida en el biogás se hace a través de un motogenerador alimentado por el biogás. La electricidad generada puede alimentar las instalaciones de la explotación agrícola o venderse a la red eléctrica general, el uso directo como gas, solución mixta, empleando parte del biogás para generar electricidad y otra parte utilizada de forma directa. Esta es una forma de producir energía que no es contaminante ni en el proceso de su producción ni en su combustión, contrario a lo que sucede con los combustibles fósiles. En este contexto, el beneficio del uso de biogás en granjas porcinas es el ahorro en el pago de energía eléctrica, lo cual impacta positivamente en la eficiencia de los costos de producción. Un aspecto fundamental en las granjas es que además de biogás y energía eléctrica, estas pueden producir biofertilizante de muy buena calidad lo que conlleva a mejorar la rentabilidad de las unidades de producción. La comercialización de biofertilizante aún no es eficiente pero de acuerdo a varios productores, este se cotiza en el mercado a un precio de entre \$500 y \$1000 pesos por tonelada en la zona centro de México (Osejos-Merino et al., 2018; Soria et al., 2001; Venegas et al., 2015).

## 7. Conservación de semen

La criopreservación espermática es una biotecnología de gran trascendencia ya que tiene un papel relevante en la conservación y difusión



de recursos genéticos. Su aplicación en conjunto con otras biotecnologías reproductivas, como la inseminación artificial (IA), ha permitido promover el mejoramiento genético de los animales mediante la selección de mejores características. La dilución y conservación del semen porcino en refrigeración es una práctica que brinda a la industria porcina la posibilidad de aprovechar al máximo la capacidad reproductiva del verraco, para ello los diluyentes en donde se conserva el material seminal, deben proporcionar los nutrientes necesarios para el mantenimiento metabólico de la célula espermática (glucosa), la protección frente al shock térmico por frío (BSA), controlar el pH del medio, la presión osmótica (NaCl, KCl) y los antibióticos para la inhibición del desarrollo microbiano. En el caso del semen congelado, su conservación podría ser permanente, permitiendo el intercambio de material genético a larga distancia y durante un período muy largo, además, este período de tiempo puede ser crucial para efectuar un control sanitario o genético del semen antes de su uso. La congelación permite la creación de bancos de semen; de interés evidente en el caso de la preservación de razas en peligro de extinción y de grandes posibilidades para la conservación de líneas o extirpes de especial interés. Esto es importante desde el punto de vista comercial para asegurar la conservación de líneas genéticas valiosas ante posibles situaciones desfavorables (Araya-Zúñiga et al., 2025; Carreño et al., 2022; Cuenca y Avellaneda, 2017; Williams, 2013). El semen del verraco puede ser preservado *in vitro* en forma líquida (refrigerada) o congelada; sin embargo, el uso de semen congelado

sigue siendo muy limitado debido a su baja fertilidad, resultado de la alta sensibilidad del espermatozoide porcino al frío. Durante el proceso de congelación-descongelación, se produce una reducción significativa en la proporción de espermatozoides que conservan la integridad de su membrana, ultraestructura y composición bioquímica, siendo este tipo celular particularmente susceptible en comparación con otras especies. Estas alteraciones pueden observarse mediante microscopía óptica y, para un análisis más detallado, mediante microscopía electrónica. Por estas razones, el método más común y eficaz de conservación es en forma líquida refrigerada. Actualmente, alrededor del 99% de las inseminaciones artificiales en el mundo se realizan con semen conservado entre 15 y 20 °C, por un periodo de uno a cinco días, utilizando diluyentes que ayudan a preservar las características funcionales de las células espermáticas y mantienen la fertilidad del eyaculado. La temperatura óptima de conservación es de 17 °C, ya que variaciones térmicas de tan solo 1 a 2 °C pueden afectar negativamente la calidad del semen. Temperaturas por debajo de los 14 °C provocan alteraciones en la membrana del espermatozoide, reduciendo su capacidad fecundante, mientras que temperaturas superiores a los 20 °C disminuyen notablemente su vida útil (Cuenca y Avellaneda, 2017; Williams, 2013). Una de las principales limitaciones del proceso de criopreservación es la falta de estandarización metodológica desde la colecta del semen hasta el descongelado de la pajilla en los diferentes centros de investigación. Esto



incide en la repetibilidad de la técnica y provoca la disminución en la eficiencia de los procesos de congelación espermática. Asimismo, la gran desventaja de la inseminación artificial con semen refrigerado (IAR) respecto a la inseminación artificial con semen congelado (IAC) es la limitación de la conservación de las dosis, siendo que en la primera se pueden mantener de 2 a 8 días. Esto lleva a que los centros de inseminación deban ofrecer una producción y reparto de dosis refrigeradas muy agilizado; logrando un menor rendimiento en la utilización de los animales más selectos, debido a una limitación en el transporte de las dosis a grandes distancias, y una pérdida de un 10 a un 30% de dosis seminales por caducidad (Araya-Zúñiga et al., 2025; Carreño et al., 2022; Williams, 2013).

Los diluyentes para la conservación del semen porcino se clasifican según su duración en corto y largo plazo. Los de corto plazo permiten conservar el semen entre 1 y 3 días y se caracterizan por su bajo costo, eficiencia en la inseminación y menor concentración espermática, aunque con una tasa de motilidad reducida. Entre los más utilizados están el DICIP, D16 y BTS, este último reconocido a nivel mundial por mantener la viabilidad espermática a 17°C durante 5 días y lograr tasas de preñez superiores al 80%. Los diluyentes a largo plazo permiten conservar el semen por más de 4 días y son esenciales cuando la distancia entre el sitio de producción y el de inseminación es considerable. Estos requieren mayor control en la dilución, prevención de contaminación bacteriana y refrigeración a

15-17°C. Entre los más empleados están Kiev y BTS, que preservan la capacidad fertilizante de los espermatozoides por varios días. Otros diluyentes, como MR-A, ZORVPA y Reading, han mostrado buenos resultados en la calidad espermática, pero su uso no se ha masificado. En los últimos años han surgido nuevos productos como A-cromax, X-Cell, Androhep Plus, Vital, SpermAid y Mulberry III, ampliando las opciones para la conservación eficiente del semen porcino (Cuenca y Avellaneda, 2017).

## Conclusiones

Las Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) son fundamentales para garantizar la calidad e inocuidad de los productos alimenticios desde el inicio de la cadena productiva. Estas prácticas no solo se enfocan en el bienestar de los animales, sino también en la protección del medio ambiente y la mejora continua a través de la implementación de sistemas de calidad. Un diseño adecuado de estos sistemas es crucial para mantener un ambiente saludable y confortable para los animales, lo que favorece tanto su bienestar como el rendimiento productivo. Además, todos estos enfoques buscan optimizar la gestión de residuos, promoviendo un proceso de producción más eficiente y sostenible. La certificación en BPP ha demostrado ser altamente beneficiosa para las empresas cárnicas de México, incrementando la producción y las exportaciones.

La implementación de tecnologías de manejo de residuos, control ambiental y biotecnología



contribuye a una mayor eficiencia, sostenibilidad y bienestar animal, con beneficios económicos y ecológicos. Estas innovaciones permiten a las empresas cumplir con los estándares nacionales e internacionales, mejorando su competitividad en los mercados globales, mientras aseguran prácticas responsables y respetuosas con el medio ambiente.

### Conflicto de Intereses

Los autores del presente artículo declaran que no existe ningún tipo de conflicto de intereses, ni ninguna relación económica, personal, política, interés financiero, ni académico que pueda influir en el juicio de los mismos.

### Referencias

Araya-Zúñiga, I., Sevilla, F., González, J.A., Matamoros K., y Valverde, A. (2025). La criopreservación del germoplasma de especies ganaderas: Un paso hacia la sostenibilidad. *Agronomía Mesoamericana*, 36, 61375. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.2025.61375>

Biovet, S.A. (22 de julio de 2021). Ventilación en granjas porcinas. Veterinaria Digital. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/ventilacion-en-granjas-porcinas/>

Cárdenas Giler, E. V., Maldonado Erazo, J.M., Valdez Silva, R.A., Sarduy-Pereira, L. B., y Diéguez-Santana, K. (2019). La producción más limpia en el sector porcino una experiencia desde la Amazonía ecuatoriana. *Anales*

*Científicos*, 80(1), 76-91.

Carreño Arteaga, M.A., Zambrano, J. J., y Carreño Arteaga, N. P. (2022). El uso del aloe vera y la glucosa como elementos protectores para la conservación del semen porcino. *Pol. Con. (Edición Núm. 70)*, 7(11), 1940-1956.

Castro Rivera, R., Solís Oba1, M.M., Chicatto Gasperín, V., y Solís Oba, A. (2020). PRODUCCIÓN DE BIOGÁS MEDIANTE CODIGESTIÓN DE ESTIÉRCOL BOVINO Y RESIDUOS DE COSECHA DE TOMATE (*Solanum lycopersicum L.*). *Rev. Int. Contam. Ambie.* 36(3), 529-539.

Cervantes, F. J., Saldívar-Cabrales, J., y Francisco Yescas, J. (2007). Estrategias para el aprovechamiento de desechos porcinos en la agricultura. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 3 (1), 3-12.

Chantziaras, I., De Meyer, D., Vrielinck, L., Van Limbergen, T., Pineiro, C., Dewulf, J., Kyriazakis, I., & Maes, D. (2020). Environment-, health-, performance- and welfare-related parameters in pig barns with natural and mechanical ventilation. *Preventive Veterinary Medicine*, 183, 1-10.

Cuéllar Sáenz, J.A. (21 de septiembre de 2021). Sistemas de ventilación en granja: ¿Qué debemos saber? Veterinaria Digital. Recuperado de <https://www.veterinariadigital.com/articulos/sistemas-de-ventilacion-en-granja-que-debemos-saber/>



- Cuenca Condoy, M., y Avellaneda Cevallos, J. (2017). Diluyentes utilizados en inseminación artificial porcina. *Revista electrónica de Veterinaria*, 18(9), 1-11.
- Felmer, R., Chávez, R., Catrileo, A., y Rojas, C. (2006). Tecnologías actuales y emergentes para la identificación animal y su aplicación en la trazabilidad animal. *Arch. Med. Vet*, 38(3), 197-206.
- Huerta Dueñas, M., Sandoval Godoy, S. A., y Preciado Rodríguez, J. M. (2016). Sistemas de calidad y desempeño empresarial: estudio de caso en empresas cárnicas en una región del noroeste de México. *Ingeniería Industrial*, 34, 97-117.
- Jacobson, L. D. (2004). Mechanical Ventilation for Pig Housing. The pig site. Recuperado el 05 de junio de 2022, de <https://www.thepigsite.com/articles/mechanical-ventilation-for-pig-housing>
- Ley Federal de Sanidad Animal [L.F.S.A.]. Art. 4. 25 de julio de 2007 (Estados Unidos Mexicanos).
- Li Rong, Pedersen, E.F., & Guoqiang Zhang. (2015). Application of hybrid ventilation system in a pig house- Study of Winter case. Conference of International Building Performance Simulation Association, Hyderabad, India: 863-869.
- Lorente Saiz, A. (2010). Ganadería y Cambio Climático: Una Influencia Recíproca. *GeoGraphos: Revista digital sobre Geopolítica, Geografía y Ciencias Sociales*, 1(3), 1-22.
- Moreno, R., y Buxadé, C. (1999). Instalaciones para lechones y cerdos de cebo. *Mundo Ganadero*. 37-45.
- Osejos-Merino, M. A., Jaramillo-Véliz, J. J., Merino-Conforme, M. V., Quimis-Gómez, A. J., y Alcívar-Cobeña, J. L. (2018). Producción de biogás con estiércol de cerdo a partir de un biodigestor en la Granja EMAVIMA Jipijapa – Ecuador. *Revista científica Dominio de las Ciencias*, 4(1), 709-733.
- Peñafiel Arcos, P.A., Collahuaso, E., Pérez-Martínez, A., y Diéguez-Santana, K. (2021). Caracterización del Funcionamiento de un Biodigestor Tubular Alimentado con Estiércol Porcino en la Amazonia Ecuatoriana. *Ingenio Magno*, 12(1), 6-24.
- Principi, G., Valette, E., y Macario, T. (2021). Sistemas de producción. Instalaciones y medio ambiente. En Manual de producción porcina, Cadena de valor de la producción sustentable en Argentina. (Macario, T., Valette, E., Williams, S., Principi, G.M., Fages, S. M., Reyes, R.D., Barrales, H. S. Eds). Facultad de Ciencias Veterinarias, Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).
- Quizhpe Tigrero, M. A., y Wiesner Falconí, I. V. (2013). Aplicación de las Técnicas para Producción Más Limpia en Granja Porcina. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/24472>
- Santamarina C., y Babot D. (2007). La identificación del ganado porcino como herramienta para la gestión y



- trazabilidad de la producción. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 14 (1), 13-21.
- Santamarina, C., Averós, X., Gosálvez, M. B., Gosálvez, L. F., y Babot, D. (2008). Comparación de diferentes identificadores para el seguimiento de la trazabilidad individual de cerdo Ibérico en cebo extensivo y en sacrificio. I Congreso de la Asociación Nacional de Veterinarios de Porcino, 1-5.
- Soria Fregoso, M.J., Ferrera Cerrato, R., Etchevers Barra, J., y Alcántar, G. (2001). Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. *Terra Latinoamericana*, 19(4), 353-362.
- Uffo, O. (2011). Producción Animal y Biotecnologías Pecuarias: Nuevos Retos. *Revista Salud Animal*, 33(1), 8-14.
- Vega, L.T., Vega, D.A., y Poveda, F.A. (2020). Evaluación de un digestado como fertilizante orgánico. *Idesia*, 38(3), 87-96.
- Varela Rojas, I. (2010). Producción más Limpia en Granjas Porcinas. En Manual para el productor Tecnologías sostenibles para el manejo de remanentes en granjas porcinas. (Urbina Bravo, A., Avendaño Mena, J., José G. Castillo Araya., Fournier Z, A. M., Mojica Betancur, F. J., Varela Rojas, I., Padilla Pérez, M. Eds). Ministerio de agricultura y ganadería, Servicio Nacional de Salud Animal.
- Venegas Venegas, J.A., Perales Salvador, A., y del Valle Sánchez, M. (2015). Energía renovable una opción de competitividad en granjas porcinas en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1, 503-509.
- Venegas Venegas, J. A., Espejel García, A., Pérez Fernández, A., Castellanos Suárez, J. A., y Sedano Castro, G. (2017). Potencial de energía eléctrica y factibilidad financiera para biodigestor-motogenerador en granjas porcinas de Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícola*, 8(3), 735-740.
- Vitali, M., Santolini, E., Bovo, M., Tassinari, P., Torreggiani, D., y Trevisi, P. (2021). Behavior and Welfare of Undocked Heavy Pigs Raised in Buildings with Different Ventilation Systems. *Animals*, 11(8), 1-20.
- Williams, S. (2013). Conservación de semen porcino: desafíos y perspectivas. *Revista Bras.Reprod. Anim., Belo Horizonte*, 37(2), 207-212.
- Zangaro, C. (2018). Basic types of ventilation in swine barns. Michigan State University Extension. Recuperado el 05 de junio de 2022, de <https://www.canr.msu.edu/news/basic-types-of-ventilation-in-swine-barns>



