



ABANICO AGROFORESTAL Vol. 6 ENERO-DICIEMBRE 2024 ISSN 2594-1992



Indizada en Dialnet, Index Copernicus, REDIB, LATINDEX, Root Indexing, Scholar Google, Actualidad Iberoamericana, CROSSREF, Citefactor, BIBLAT, Abanico Index, I2OR, Accensum, WorldCat, Biblioteca CCG-IBT UNAM.

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-agroforestal>



ABANICO AGROFORESTAL (Abanico Agrof.) es una revista internacional, arbitrada e indexada que publica información científica y tecnológica de las ciencias de la agricultura. Su objetivo es publicar artículos de investigaciones, notas cortas, desarrollos tecnológicos, descripción de cultivares, estudio de casos, políticas de educación y revisiones de literatura realizados en México y en cualquier parte del mundo, todos relacionados con las ciencias agrícolas, forestales y producción animal. Dirigida a profesores, estudiantes, profesionistas, investigadores y empresarios interesados en las actividades agrícolas, forestales y la producción animal. Es una publicación continua bajo el sistema de ciencia abierta en acceso, se invita a los autores a poner disponible todos los datos. Presente en index, repositorios y bases de datos para una mayor visibilidad e incremento de citas; cuenta ISSN para formato web 2594-1992, DOI 10.37114/abaagrof; con página web <https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-agroforestal/index> . Tiempo de recibido y aceptado entre seis y doce meses. Por ser una revista de acceso abierto los autores pagarán la cuota vigente para gastos contables, edición, publicación, difusión, traducción al inglés, portugués o al español, DOI, marcación, XML-JATS, revisión de plagio, pagos contables y fiscales.

La revista es editada y publicada por Abanico Académico, editorial registrada en el Indautor de México. En el RIZOMA aparece como institución Pública-Federal. La editorial pertenece a una Persona Física: Sergio Martínez González, con RFC MAGS690517979. Valle Bravo 16, Colonia Valle Dorado. CP. 63180. Tepic, Nayarit, México. CVU: 120948. Número de Registro de Personas Físicas con Actividad Empresarial en la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación de México: 1802044.

CINTILLO LEGAL. Abanico Agroforestal, Año 6, Volumen 6, Enero-Diciembre 2024. Publicación continua, editada por Sergio Martínez González, Calle Tezontle 171, Colonia El Pedregal, Tepic, Nayarit, México, C.P. 63164, Tel 01 311 1221626, abanicoagroforestal@gmail.com. Editor responsable: Susana Ramírez Sánchez. Cuenta para formato web ISSN 2594-1992 y reserva de derechos al uso exclusivo y 04-2018-083110130800-203 respectivamente, gestionados en el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Sergio A Martínez Orozco, Calle Mina 262. Colonia Centro, Tepic, Nayarit, México. CP. 63000, fecha de la última modificación, 08-12-2024.



Abanico Agroforestal, Año 6, Volumen 6, Enero-Diciembre 2024

Contenido

Artículos de Investigación

Germinación in vitro de palo blanco (*Ipomoea arborescens* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G.Don)

Caracterización de sistemas de producción ovina en el altiplano central de México.

Determinación de la viabilidad en semillas de wereque [*Ibervillea sonora* (S. Watson) Greene].

Contaminación por microplásticos en peces marinos de importancia comercial del Norte de Sinaloa, México

Consumo de alimento y ganancia de peso en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con tres dietas en pellet

Promoción del consumo voluntario de alimento en becerras con extracto de mangostán

Características fisicoquímicas de leche orgánica producida en Tecpatán, Chiapas, México

Notas de investigación

Parámetros hematológicos en corderas Pelibuey clínicamente sanas criadas en el trópico húmedo de México

Dimensiones socioeconómicas de la gobernanza forestal en el Occidente de México

Crecimiento de crías del cíclido colorada (*Vieja bifasciata*) alimentadas con tres diferentes niveles de proteína



Abanico Agroforestal. Enero-Diciembre 2024; 6:1-14. <http://dx.doi.org/10.37114/abaagrof/2024.2>
Artículo original. Recibido: 01/09/2023. Aceptado: 11/01/2024. Publicado: 17/01/2024. Clave: e2023-20
<https://www.youtube.com/watch?v=CcKDxaNfuH4>

Germinación *in vitro* de palo blanco (*Ipomoea arborescens* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G.Don)

In vitro germination of palo blanco (*Ipomoea arborescens* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G.Don)



Álvarez-Martínez Alicia^{*1ID}, Mc Caughey-Espinoza Diana^{**2ID}, Magaña-Barajas Elisa^{3ID}, Rodríguez-Briseño Karla^{2ID}, Celaya-Rosas Maryela^{2ID}, Morales-Romero Daniel^{3ID}, Cota-Arriola Octavio^{3ID}

¹Universidad Estatal de Sonora. Maestría en Ciencias Ambientales. Av. Ley Federal del Trabajo 83100 Hermosillo, Sonora, México. ²Universidad de Sonora. Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Blvd. Luis Donaldo Colosio s/n. C.P. 83000, Hermosillo, Sonora, México. ³Universidad Estatal de Sonora. Av. Ley Federal del Trabajo, 83100, Hermosillo, Sonora, México. *Autor responsable: Mc Caughey-Espinoza Diana. *Autor principal: Álvarez-Martínez Alicia. **Autor de correspondencia: Mc Caughey-Espinoza Diana. E- mail: aliciaelizabeth00@gmail.com, diana.mccaughey@unison.mx, elisa.magana@ues.mx, karlarodriguez269@gmail.com, daniel.morales@ues.mx, octavio.cota@ues.mx

RESUMEN

El palo blanco (*Ipomea arborescens*) es un árbol perenne perteneciente a la familia Convolvulaceae, de importancia etnobotánica y forrajera. El objetivo del trabajo fue evaluar el porcentaje de germinación *in vitro* con tratamientos pregerminativos (escarificación mecánica sin AG³, escarificación mecánica y concentraciones de 0, 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 de AG³/mgL⁻¹, sin escarificación mecánica y con las concentraciones de AG³ mencionadas, y el control sin escarificación mecánica ni AG³). El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo factorial de 3 tratamientos, 3 repeticiones (25 semillas cada uno) y un control, con un ANDEVA y media de Tukey-Kramer ($\alpha=0.05$ %). Los resultados no mostraron diferencias significativas en los tratamientos pregerminativos evaluados, excepto el control que no mostró germinación. La germinación fue 98.33 a 99.66 %, se presentó un 0.00 a 0.66 % de semillas anormales, 98.66 a 99.66 % de semillas normales y 0.33 a 1.00 % de semillas no germinadas. La altura promedio en las plántulas antes del trasplante fue 8.58 cm. La sobrevivencia al trasplante en el día 9no y 16vo fue 100%, con altura promedio de 16.27 cm. Los resultados señalan que, las semillas de *I. arborescens* requieren tratamiento pregerminativo (escarificación mecánica) para germinar y perpetuar la especie en el hábitat silvestre.

Palabras clave: escarificación mecánica, etnobotánica, planta forrajera, pregerminativo.

ABSTRACT

The palo blanco (*Ipomea arborescens*) is a perennial tree belonging to the Convolvulaceae family, of ethnobotanical and forage importance. The objective of the work was to evaluate the percentage of germination *in vitro* with pregerminative treatments (mechanical scarification without AG³, mechanical scarification and concentrations of 0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 of AG³/mgL⁻¹, without mechanical scarification and with concentrations of AG³ mentioned, and the control without mechanical scarification or AG³). The experimental design was completely randomized with a factorial arrangement of 3 treatments, 3 repetitions (25 seeds each) and a control, with a Tukey-Kramer ANDEVA and mean ($\alpha=0.05$ %). The results did not



show significant differences in the pregerminative treatments evaluated, except for the control that did not show germination. Germination was 98.33 to 99.66 %, there were 0.00 to 0.66 % of abnormal seeds, 98.66 to 99.66 % of normal seeds and 0.33 to 1.00 % of non-germinated seeds. The average height in the seedlings before transplanting was 8.58 cm. Transplant survival on the 9th and 16th day was 100 %, with an average height of 16.27 cm. The results indicate that *I. arborescens* seeds require pregerminative treatment (mechanical scarification) to germinate and perpetuate the species in the wild habitat.

Keywords: mechanical scarification, ethnobotany, fodder plant, pregerminative.

INTRODUCCIÓN

El palo blanco (*Ipomoea arborescens*) es un árbol que florece y fructifica en los meses de noviembre y abril. Esta planta habita en ecosistemas de bosques caducifolios de las cuáles se distribuyen por el occidente de México extendiéndose desde los bosques tropicales de Sonora hacia el sur de Michoacán y Morelos (Austin *et al.*, 2005; León *et al.*, 2006). Tiene por nombre común palo santo, palo blanco, casahuate, entre otros. Comúnmente es utilizado como fuente de alimento para el ganado lo que genera una baja en su población (Mc Caughey-Espinoza *et al.*, 2018; Murillo-Luke *et al.*, 2022).

Es necesario establecer un método para la recuperación de la especie, por ser utilizada discriminadamente en la parte noroeste de México, como alimento en la época crítica del año para animales domésticos. Por ende, la biotecnología nos ha brindado herramientas como la germinación *in vitro*. Es utilizada para conservar y micropropagar material vegetativo en corto tiempo y en espacios reducidos (Sharry *et al.*, 2015; Mc Caughey-Espinoza *et al.*, 2020).

La germinación es un proceso que ocurre en el embrión dentro de la semilla, para crecer y llegar a transformarse y producir una planta por medio de varios procesos metabólicos (Castro-Zevallos & Valencia-Escobar, 2021). Este proceso se debe de llevar a cabo en condiciones favorables como lo son nutrimentos, agua, temperatura, luz y también la presencia de fitohormonas. Antes de la germinación la semilla presenta un proceso de latencia, el cual es un método de supervivencia si esta no cuenta con factores ambientales adecuados (Varela & Arana, 2011).

La calidad de una semilla depende de su capacidad de germinar y su crecimiento aún en condiciones no idóneos. Se debe tomar en cuenta que la semilla es un ente vivo por lo que hay que tratar de mantenerla viable y con su mayor potencial biológico el mayor tiempo posible (Tamborelli, 2021). Por ello, para garantizar una calidad de semillas en laboratorios se siguen reglas de ISTA (International Seed Testing Association).

La escarificación mecánica es una técnica donde se utiliza una lija en fricción directa en la testa, del cual se puede realizar con una limadora, un papel o un corte sobre la semilla sin dañar el embrión durante el contacto. Esto con el fin de permitir la entrada de agua una vez que se haya sembrado para permitir la germinación más rápida y uniforme una vez cultivada.



Un tratamiento pregerminativo para inducir la germinación es el uso de ácido giberélico (AG^3), esta fitohormona permite la regulación en el crecimiento de la planta. A bajas concentraciones acelera el desarrollo vegetativo, y la semilla rompe la etapa de dormancia, que como consecuencia promueve la síntesis en las enzimas de reserva para el proceso de germinación ([Alcántara-Cortes et al., 2019](#)).

La semilla es el principal órgano de reproducción para la recuperación de poblaciones en plantas para futuros trabajos de reforestación o conservación ([Doria, 2010](#)), por ello es importante realizar trabajo de investigación sobre su comportamiento germinativo.

La especie del palo blanco no presenta historial de investigación sobre su la calidad de semilla, por lo que el presente objetivo de la investigación fue determinar el porcentaje de germinación *in vitro* con diferentes concentraciones de ácido giberélico (AG^3).

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de cultivo de tejidos del Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (DICTUS).

Especie en estudio y sitio de colecta

Se trabajó con semillas palo blanco (*Ipomea arborescens*). La identificación de la planta se realizó en el herbario de la Universidad de Sonora, que tiene un número de catálogo 17071. Las semillas se recolectaron en el municipio de Hermosillo, Sonora localizado a 26 kilómetros. Con coordenadas 29°10'44.81" latitud norte y 110°50'57.02" longitud oeste, a 277 metros sobre el nivel del mar (msnm). El clima es cálido, con una temperatura media anual de 23.8°C, con un suelo de regosol y una vegetación de matorral arbosufrutescente ([SAGARPA-COTECOCA, 2012](#); [INEGI, 2007](#); [SAGARPA, 2010](#)).

Colecta de semillas y almacenamiento

Se colectaron semillas que no presentaran deterioro o con germinación prematura. Por lo tanto, se colectaron semillas fisiológicamente maduras que no presentaran daños fisiológicos, mecánicos y por insectos (Figura 1) ([Mc Caughey-Espinoza et al., 2020](#)). Una vez colectadas las semillas, se colocaron en una bolsa con cierre (ziploc), se almacenaron a una temperatura de 4° C ([Oliva et al., 2014](#); [Mc Caughey-Espinoza et al., 2018](#)).



Figura 1. Cápsula (A), semillas de *Ipomoea arborescens* (B) y semillas escarificadas (C)

Germinación *in vitro*

Para esta evaluación se utilizó como medio de cultivo Woody Plant Medium (WPM) (Trigiano & Gray, 2011); constituido de sales minerales y vitaminas (tiamina (0.1g/L), mio-inositol (100g/L), sacarosa (30g/L) y agar (8g/L). A dicho medio se añadió ácido giberélico (AG³), a concentraciones de 0, 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 mgL⁻¹. Para cada concentración fitohormonal se utilizaron 25 semillas (Mc Caughey-Espinoza *et al.*, 2020). Las semillas de palo blanco se limpiaron (eliminaron impurezas y semillas inmaduras), posteriormente se les aplicó una escarificación mecánica con el uso de un mini dril marca Maser, serie 364071922 con 16,000 RPM con un número de lija 180 (Figura 1).

Se realizó el proceso de desinfección en la cámara de flujo laminar (Marca Edge Gard Hood), antes de realizar la siembra, con el uso de alcohol al 96 %, dejándose durante 30 min encendida una lámpara de luz fluorescente de 40 W con una irradiación de 8-10 W. m².

Se utilizaron frascos tipo gerber de vidrio transparente, cajas Petri de vidrio, pinzas y bisturí; todo el material será previamente esterilizado en una autoclave modelo Sterilmatic, a una temperatura de 120° C y 15 kg/cm² de presión durante 15 minutos.



Siembra de las semillas e incubación

Las semillas se embebieron con agua desionizada estéril, durante 1 hora antes de la siembra, posteriormente se desinfectaron con alcohol etílico al 70 % (70 ml de C_2H_6O /30 ml de H_2O) durante 2 minutos; y por último con hipoclorito de sodio ($NaClO$) (CLOROX®) al 10 % durante 10 minutos, y una gota de Tween 20; antes de proceder a la siembra se realizaron 3 lavados con agua des-ionizada estéril para posteriormente se realizó la siembra.

Una vez sembradas las semillas, estas se colocaron el cuarto de incubación, en condiciones controladas, a una temperatura de $25 \pm 2^\circ C$, y un fotoperiodo de 16 horas luz con 8 horas de oscuridad y 70-75 % de humedad relativa.

Trasplante de las plántulas

Para llevar a cabo el trasplante de los frascos tipo gerber a vasos de plástico transparente #10, se manejaron plántulas que presentaran una altura superior a 7 cm, con el propósito de que las plántulas mostraran un crecimiento normal. Dicho trasplante se llevó a cabo en la cámara de flujo laminar. El sustrato que se utilizó fue peat moss previamente esterilizado en una autoclave modelo Sterilmatic, a una temperatura de $120^\circ C$ y 15 kg/cm^2 de presión durante 30 minutos. Los riegos aplicados en las vitroplantas en vasos fueron de dos veces por semana. Las vitroplantas se dejaron en el cuarto de crecimiento para su aclimatación y desarrollo.

Aclimatación y trasplante

Al tercer día del trasplante, se realizó un orificio al vaso por la parte superior, y el resto a los laterales, en total se realizaron 4 orificios con el fin de que las plántulas se aclimataran paulatinamente con la entrada del oxígeno. Se utilizaron macetas negras de polietileno con una capacidad de un kilogramo, se utilizó peat moss previamente esterilizado como sustrato. Se dejaron en el cuarto de crecimiento para concluir con su aclimatación y desarrollo. Para el control de fitopatógenos se aplicaron riegos tres veces a la semana con Carbendazim a una concentración de 0.375 gr/L^{-1} .

Porcentaje de germinación (%G)

Se evaluó de acuerdo a los tratamientos pregerminativos utilizados (con escarificación mecánica con y sin AG^3 , con escarificación mecánica y concentraciones de 0, 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 y por último el control sin escarificación mecánica ni AG^3), se llevó a cabo de acuerdo con la Asociación Internacional de Ensayos de Semillas (ISTA, 2019), con la siguiente fórmula:



$$\text{Porcentaje de Germinación (\%G)} = \frac{\text{Número de semillas germinadas (100)}}{\text{Número total de semillas}}$$

Para determinar el % de semillas germinadas, plántulas normales, plántulas anormales y % de semillas no germinadas.

% de germinación= al número total de semillas germinadas.

% de plántulas normales= que no cuentan con alguna malformación (raíz y cotiledones).

% de plántulas= con malformación (raíz y cotiledones).

% de semillas no germinadas= el total de semillas que no germinaron (semillas vanas, contaminadas etc.).

Altura de las plántulas y Porcentaje de sobrevivencia al trasplante (PST)

Se midieron las plántulas a los 10 días de la germinación. con un vernier de 6" modelo CD-6CSX (Mitutoyo Absolute). Se evaluó al día 9 y 16 después del trasplante de las vitroplantas de *Ipomoea arborescens*.

Análisis estadístico

Para evaluar el porcentaje de germinación *in vitro*, altura de plántulas y porcentaje de sobrevivencia al trasplante de *Ipomoea arborescens*, se utilizó un diseño completamente al azar, con un arreglo factorial de 4 tratamientos, 3 repeticiones con 25 semillas cada una y el control, se llevó a cabo un análisis de varianza (ANDEVA), con una comparación de medias por Tukey-Kramer $P \leq 0.05$, y se llevó a cabo con el programa JMP versión 17.0 (JMP Statistical Discovery LLC. 2022).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el análisis estadístico con respecto a los resultados obtenidos, se presentaron diferencias significativas al analizar los parámetros evaluados mostrándose diferente el control con el resto de las evaluaciones (Tabla 1). Cabe señalar por los resultados obtenidos en relación con el control, las semillas no germinaron, por lo tanto, las semillas de *Ipomoea arborescens* si requieren de un tratamiento pregerminativo.

El porcentaje de semillas germinadas con los tratamientos utilizados se obtuvo de manera general de un 98.66 % a 99.66 % con una R^2 de 0.152 (Figura 2), excepto el control que sus semillas no germinaron, mientras que el porcentaje de plántulas anormales mostró un 0.00 % a 0.66 % de germinación con una R^2 de 0.159.

**Tabla 1. Germinación *in vitro* de la semilla de palo blanco (*Ipomoea arborescens*)**

Escarificación mecánica	Fitohormona AG ³ /mgL ⁻¹	% de germinación	% plántulas anormales	% plántulas normales	% semillas no germinadas
-	-	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b
-	0	98.33±1.52a	0.33±0.57a	98.33±1.52a	1.66±1.52a
-	0.5	99.00±1.00a	0.66±0.57a	99.00±1.00a	0.33±0.57a
-	1.0	98.66±1.52a	0.33±0.57a	98.66±1.52a	1.00±1.00a
-	1.5	99.66±0.57a	0.00±0.00a	99.66±0.57a	0.33±0.57a
-	2.0	99.33±1.15a	0.33±0.57a	99.33±1.15a	0.33±0.57a
-	0	99.33±0.57a	0.00±0.00a	99.33±0.57a	0.66±0.57a
-	0.5	98.33±1.15a	0.66±0.57a	98.66±0.57a	1.00±1.00a
-	1.0	99.33±1.15a	0.33±0.57a	98.66±1.57a	0.33±0.57a
-	1.5	98.66±1.15a	0.33±0.57a	99.00±1.00a	0.66±1.15a
-	2.0	99.00±1.00a	0.33±0.57a	99.33±0.57a	0.33±0.57a

*a, b, c literales diferentes, entre columna indican diferencias significativas ($P \leq 0.05$). -No tiene tratamientos.

**Figura 2. Germinación *in vitro* de semillas de *I. arborescens***

Sin embargo, el porcentaje de plántulas anormales mostraron por debajo del 1.0 % presentaron geotropismo negativo (Figura 3), esto no impide que las semillas no puedan ser germinadas en oscuridad o con luz. Por otra parte, al evaluar el porcentaje de semillas normales el análisis arrojó un 98.33 % a 99.66 % de semillas que germinaron sin ningún problema fisiológico, con una R^2 de 0.186. Por último, tenemos al porcentaje de semillas no germinadas con 0.33 a 1.66 % con una R^2 de 0.208.



Figura 3. Fototropismo negativo

Con respecto a los resultados obtenidos en esta investigación, podemos señalar que las semillas de *Ipomoea arborescens* no requieren una estimulación fitohormonal para su germinación, ya que esta especie puede tener arriba del 95 % de germinación, únicamente con el proceso de escarificación mecánica y embebida en agua durante 1 hora y que las semillas se hayan resguardado en condiciones adecuadas de 4° C de acuerdo con [Oliva et al., \(2014\)](#); [Mc Caughey-Espinoza et al., \(2018\)](#).

Sin embargo, [Dávalos & Vucko, \(2020\)](#), señalan que no es obstáculo la germinación de las semillas del género *Ipomoea* al momento de la dispersión porque no se trata de un impedimento mecánico, sino más bien químico. Por lo que la imbibición aumenta el peso y tamaño de las semillas, es decir, el tegumento es permeable al agua.

Cabe mencionar que para obtener porcentajes de germinación arriba del 95 %, las semillas de palo blanco únicamente requieren de una escarificación mecánica y las condiciones de temperatura y humedad para lograr un buen porcentaje de germinación adecuada. Sin embargo, la germinación se presentó al tercer día de la siembra independientemente del tratamiento pregerminativo utilizado.

[Dávalos & Vucko, \(2020\)](#), evaluaron la germinación con escarificación mecánica de las semillas de *Ipomoea nil* (L.) Roth, y obtuvieron hasta un 79 % a las 48 horas de embebecimiento. Resultados que son más bajos que lo que se obtuvieron en este trabajo con semillas de *Ipomoea arborescens*. [Alarcón-Bravo & Torres \(2016\)](#), obtuvieron el porcentaje de germinación en semillas escarificadas mecánicamente donde se usó lija y obtuvieron para *I. asarifolia*, *I. tiliacea*, *I. hederifolia*, *I. incarnata*, *I. nil*, *M. quinquefolia* e *I.*

piurensis, presentaron 100 % en la germinación e *I. alba* presentó un 90 %. Por otra parte *I. parasitica* con 70 %, *I. amnicola* con 63 %, *I. aristolochiifolia* con 60 %, *I. wrightii* con 50 %, *I. purpurea* con 40 % y *I. cairica* con 30 %, mientras que las especies *M. aegyptia*, *M. umbellata* e *I. quamoclit* presentaron un porcentaje germinativo de 25 %, 20 % y 10 % respectivamente mientras que el control fue 0 %. Dichos resultados muestran claramente que la mayoría de las semillas de este género requiere un tratamiento pregerminativo (escarificación mecánica) para lograr germinar.

Altura de las vitroplantas

De acuerdo con el análisis estadístico que se utilizó, no se presentaron diferencias significativas. La altura promedio general de las plántulas de *Ipomoea arborescens* fue de 8.58 cm, con un promedio general a los 11 días posteriores a la germinación (figura 4). Las semillas con el tratamiento de escarificación sus plántulas presentaron un promedio en altura de 8.25 cm y una desviación estándar (DE) de 0.260. Mientras que las semillas con escarificación mecánica y $AG^3/mg L^{-1}$ independientemente de la concentración que se utilizó, mostraron un promedio de 8.78 cm y una DE de 0.260, por último, las plántulas provenientes de semillas que fueron tratadas con $AG^3/mg L^{-1}$ independientemente de su concentración mostraron una altura promedio de 8.73 cm y una DE de 0.260, y una R^2 de 0.297.



Figura 4. Medición de la plántula de *I. arborescens*

Ipomoea arborescens presentó un desarrollo muy rápido independientemente de los tratamientos pregerminativos utilizados, por lo tanto, en corto o mediano plazo se pueden obtener plántulas con una altura adecuada para la etapa de aclimatación.



En evaluaciones de otras especies en cuanto la altura de las vitroplantas en el proceso de aclimatación se tiene que [Hernández et al., \(2019\)](#) evaluaron la especie de p  prika (*Capsicum annum* L.) obtuvieron alturas de 9.7 a 12.6 cm con concentraciones de 0 a 1.0 de AG³/mgL⁻¹ con el medio de cultivo MS (Murashige y Skoog, 1962) con un fotoperiodo de 16 horas de luz. Por otro lado, [Hernández-Meneses et al., \(2018\)](#) obtuvieron de la especie bromelia (*Vriesea heliconioides*) Kunth Hook. ex Walp de 5.4 a 7.6 cm de altura con el medio de cultivo MS con AG₃ de 0 a 1  M a 16 h de luz, al igual que, [Araya et al., \(2000\)](#) estimaron la altura de plántulas de ja  l (*Alnus acuminata*) y mostraron de 0.8 a 2.8 cm en base a diferentes concentraciones de 0 a 2.0 mg/L AG³ adicionado en el medio MS con un fotoperiodo de 12 h. Dicho esto, en comparación a los resultados obtenidos en este trabajo, indica pruebas positivas de crecimiento y desarrollo en la planta con el uso del ácido giberélico en el medio de cultivo MS en las semillas de palo blanco (*Ipomoea arborescens*).

Sobrevivencia al trasplante

Las plántulas al 9no y 16vo día después de su trasplante a vasos, de manera general (independientemente de los tratamientos pregerminativos evaluados), fue del 100 %, esta sobrevivencia de las vitroplantas es muy aceptable al no presentarse mortalidad en el proceso de su adaptación durante los 15 días (Figura 5). No se presentaron fitopatógenos que ocasionaran algún daño o muerte a las plántulas de *I. arborescens*, en los vasos las plántulas alcanzaron una altura promedio de 16.27 cm (Figura 6). Por otra parte, también se presentó una excelente adaptación al trasplante de vasos a macetas de mostrándose un 98 % de sobrevivencia, cabe señalar que esta especie presenta excelente tasa de sobrevivencia al trasplante lo que pudiera ser un indicador al momento de ser trasplantes de plántulas con alturas idóneas en áreas silvestres.

CONCLUSIONES

Las semillas de *I. arborescens* requieren de un tratamiento mecánico para poder germinar por lo que estos resultados nos explican su baja presencia o abundancia en sus sitios silvestres al obtener 0 % de germinación en semillas sin tratamiento pregerminativo. Con la escarificación mecánica independientemente de la aplicación fitohormonal (AG³) y sus concentraciones (0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 mgL⁻¹) se puede obtener arriba de 95 % de germinación. Se lograron obtener plántulas con un promedio de 16.27 cm con una sobrevivencia al trasplante en macetas del 98 %. Para programas de reforestación con esta especie en lugares idóneos es importante considerar las necesidades pre germinativas que requiere su semilla para evitar realizar siembras directas sin resultados favorables.



Figura 5. Proceso de aclimatación de las plántulas de *I. arborescens*



Figura 6. Medición de las plántulas de *I. arborescens*



LITERATURA CITADA

ALARCÓN-Bravo A, Torres Reaño GN. 2016. Aspectos taxonómicos, germinación de semillas y conservación de germoplasma de los géneros *Ipomoea* y *Merremia* (Convolvulaceae) de la Región Lambayeque y zonas aledañas. Univ. Luis Pedro Gallo, Facultad de Ciencias Biológicas, Lambayeque, Perú.

<http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/839>

ALCÁNTARA-Cortes JS, Acero Godoy J, Alcántara Cortés JD, Sánchez Mora RM. 2019. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*. 17(32):109-129. ISSN1794-2470.

<https://revistas.unicolmayor.edu.co/index.php/nova/article/view/1036>

AUSTIN DF, Felger R, Van Devender TR. 2005. Nomenclature of *Ipomoea arborescens* (Convolvulaceae) in Sonora, Mexico. *SIDA, Contributions to Botany*. 1283-1292.

https://www.researchgate.net/publication/282779756_Nomenclature_of_Ipomoea_arborescens_Convolvulaceae_in_Sonora_Mexico

CASTRO-Zevallos R, Valencia-Escobar LM. 2021. Efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de pastos naturales-huancavelica. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Huancavelica. Perú.

<https://repositorio.unh.edu.pe/items/0d623565-38a1-43d4-99ff-5e61cac538e8>

DÁVALOS CM, Vucko A. 2020. Comportamiento germinativo de semillas de *Ipomoea nil* (L.) Roth. *Agrotecnia Revista del instituto agrotécnico*. (30):112-116.

<http://dx.doi.org/10.30972/agr.0304664>

DORIA J. 2010. Generalidad sobre las semillas: Su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*. 31(1). ISSN: 0258-5936.

https://www.researchgate.net/publication/228356151_Revision_bibliografica_GENERALIDADES SOBRE LAS SEMILLAS SU PRODUCCION CONSERVACION Y ALMACENAMIENTO

HERNÁNDEZ-Amasifuen AD, Pineda-Lázaro AJ, Díaz-Pillasca HB. 2019. Efecto de la luz y del ácido giberélico en la germinación in vitro de *Capsicum annuum* L. cv.'Papri King'. *Bioteconología Vegetal*. 19(3):165-170. ISSN 2074-8647.

<https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/630/html>



HERNÁNDEZ-Meneses E, Rangel-Estrada SE, López-Peralta M, Cristina G, Guerrero-Hilario A, Ortiz-Gil G, Martínez-Bolaños L. 2018. Germinación, viabilidad y regeneración in vitro de plantas de *Vriesea heliconioides* (Kunth) Hook. ex Walp. *Revista fitotecnica mexicana*. 41(2):99-106. <https://doi.org/10.35196/rfm.2018.2.99-106>

INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2007. Mapa Digital de México. Sección Edafología. <https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/>

ISTA [International Seed Testing Association]. 2019. International Rules for Seed Testing. Zurich, Switzerland: Seed Science & Technology. <https://doi.org/10.15258/istarules.2019>

JMP Statistical Discovery LLC. 2022. Discovering JMP® 17. Cary, NC: JMP Statistical Discovery LLC. https://www.jmp.com/es_mx/home.html

LEÓN I, Mirón G, Alonso D. 2006. Characterization of pentasaccharide glycosides from the roots of *Ipomoea arborescens*. *Journal of natural products*. 69(6):896-902. <https://doi.org/10.1021/np0600604>

MC CAUGHEY-Espinoza DM, Ayala-Astorga GI, Burboa-Zazueta MG, Retes-López R, Ochoa-Meza A. 2018. Uso de plantas nativas para la rehabilitación de canteras en Sonora. *Idesia (Arica)*. 36(4):17-24. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292018005002401>

MC CAUGHEY-Espinoza DM, Astorga GA, Baldenegro CG, Cantúa NB, Cantúa GB, Meza AO. 2020. Germinación in vitro e inducción de callo y raíz en *Bursera laxiflora* S. Watson. *Abanico Agroforestal*. 2:1-14. <http://doi.org/10.37114/abaagrof/2020.4>

MC CAUGHEY-Espinoza DM, Olivas ÁR, Astorga GA, García GL, Meza AO, Olvera AP. 2020. Inducción in vitro de callogénesis y organogénesis en explantes de *Krameria erecta* Willd. *Abanico agroforestal*. 2:1-13. <http://dx.doi.org/10.37114/abaagrof/2020.5>

MC CAUGHEY-Espinoza DM, Buitimea-Cantúa GV, Buitimea-Cantúa NE, Ayala-Astorga G. I, Ochoa-Meza A. 2020. Propiedades fisicoquímicas y rendimiento de frutos de chile chiltepín (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum* Dunal) cultivados bajo diferentes condiciones de crecimiento. *Idesia (Arica)*. 38(3):77-86. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292020000300077>

MURILLO-Luke A, Herrera-Urbina J, Martínez-Tellez M, Martín-García A. 2022. Acid hydrolysis of hemicellulose from *Ipomoea arborescens*: kinetics of xylose production. *Revista Mexicana De Ingeniería Química*. 21(2), eCat2645. <https://doi.org/10.24275/rmiq/Cat2645>



OLIVA M, Vacalla F, Pérez D, Tucto A. 2014. Manual: Recolección de semillas de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas-Perú. *Organización Internacional de las Maderas Tropicales*.

<http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/publ1418.pdf>

SAGARPA (Secretaría de Ganadería, Agricultura, Rural, Pesca y Alimentación). 2010. Diagnóstico Sectorial Agropecuario, Pesquero y Recursos Naturales del Estado de Sonora. México. Pp. 52.

http://smye.info/pagina/documentos/sistemas/eval2014/resultados2014/PDF2/SON/Disgnostico_20_octubre_2010.pdf

SAGARPA-COTECOCA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de Coeficientes de Agostaderos) 2012. Diagnóstico de los agostaderos del estado de Sonora. Hermosillo, Sonora. México.

<https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2018/10/11/1467/11102018-repmocyr-cotecoca-anexo.pdf>

SHARRY S, Adema M, Abedini W. 2015. Plantas de probeta: manual para la propagación de plantas por cultivo de tejidos *in vitro*. Universidad Nacional de La Plata. Pp. 240. ISBN 978-950-34-1254-1.

TAMBORELLI MR. 2021. Importancia del control de calidad de semillas. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina. Hoja informativa No. 123.

<https://es.scribd.com/document/624141396/Inta-Importancia-Del-Control-de-Calidad>

TRIGIANO RN, Gray DJ. 2011. *Plant tissue culture, development, and biotechnology*. CRC Press Boca Raton, Florida, USA. Pp. 359-364.

<https://doi.org/10.1201/9781439896143>

VARELA SA, Arana MV. 2011. Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. EEA Bariloche, INTA.

<https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Latenciaygerminaci%C3%B3ndesemillas.pdf>

Errata, Erratum

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-agroforestal/errata>



Abanico Agroforestal. Enero-Diciembre 2024; 6:1-18. <http://dx.doi.org/10.37114/abaagrof/2024.1>
Artículo original. Recibido: 08/04/2023. Aceptado: 19/12/2023. Publicado: 18/01/2024. Clave: e2023-10
https://www.youtube.com/watch?v=u_z4lIEtd5I

Caracterización de sistemas de producción ovina en el altiplano central de México

Characterization of sheep production systems in the central highlands of Mexico



Velázquez-Garduño Gisela¹ , Archundia-Velarde Enrique¹ , Osorio-Avalos Jorge² , Pedraza-Serrano Javier³ , Mariezcurrena-Berasain María-Antonia^{*2} 

¹Universidad Tecnológica del Valle de Toluca. Carrera de Procesos Alimentarios y Química, Área Biotecnología, Unidad Académica de Capulhuac, Calle sin Nombre 611 Oriente, Colonia Lomas de San Juan, Capulhuac, México. CP. 52700. ²Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Instituto Literario 100, 50000, Toluca, Estado de México, México. ³Universidad Autónoma del Estado de México. Programa de Posgrado de Especialidad Ovina, Toluca, Edo. de México, México. *Autor de correspondencia: Mariezcurrena-Berasain María. E-mail: gisela.velazquez@utvtol.edu.mx, enrique.archundia@utvtol.edu.mx, josorioa@uaemex.mx, mvzpedraza@yahoo.com, mamariezcurrentab@uaemex.mx

RESUMEN

La producción ovina en México ha tenido un incremento importante en los últimos años, siendo la zona del altiplano central la que acopia la mayor producción ovina y la más importante en la comercialización principalmente de la carne y de subproductos. El objetivo de esta investigación fue tipificar y describir las unidades de producción ovina (UPO) con la finalidad de caracterizar los ambientes de producción y el perfil sociocultural de los productores. El estudio se realizó por medio de encuestas integradas por 103 variables productivas aplicadas a 81 rebaños ovinos en 28 municipios del Estado de México. Se realizó un análisis multifactorial de componentes principales para revelar las interrelaciones entre diferentes variables que caracterizan a los rebaños y un análisis de clúster que permitió agrupar los estratos de los ambientes de producción. Los resultados indicaron que aplicando finalmente 49 variables, representó una importante contribución a la variabilidad de datos (74.93%) que fueron integrados a partir de 17 componentes principales que conformaron cinco niveles o agrupamientos diferentes de unidades de producción ($P < 0.05$). Los agrupamientos mostraron diferentes características principalmente en población animal, de su sistema de producción, de sus recursos genéticos, como del manejo en general como lo es el reproductivo, del control sanitario, modos de alimentación, en el bienestar animal y aspectos de comercialización de sus productos. La integración de las UPO en clústeres a través de los descriptores ambientales y a través de la metodología utilizada en este estudio, permitió caracterizar las estructuras productivas dentro del sector ovino en el Estado de México.

Palabras clave: ovinos, ovinocultores, sistemas de producción, clúster.

ABSTRACT

Sheep production in Mexico has had a significant increase in recent years, with the central highlands area being the one with the largest sheep production and the most important in the marketing, mainly of meat and its by-products. The objective of this research was to typify and describe sheep production units to



characterize the production environments and the sociocultural profile of the producers. The study was carried out through surveys made up of 103 productive variables applied to 81 sheep flocks in 28 municipalities of the State of Mexico. A multifactorial analysis of principal components was carried out to reveal the interrelationships between different variables that characterize the herds and a cluster analysis that allowed the strata of the production environments to be grouped. The results indicated that finally applying 49 variables, represented an important contribution to the variability of data (74.93%) that were integrated from 17 main components that made up 5 different levels or groupings of production units ($P < 0.05$). The groupings showed different characteristics mainly in animal population, their production system, their genetic resources, as well as management in general such as reproductive, health control, feeding methods, animal welfare and marketing aspects of their products. The integration of the sheep production units into clusters through the environmental descriptors and through the methodology used in this study, allowed the characterization of the productive structures within the sheep sector in the State of Mexico.

Keywords: sheeps, sheep farmers, production systems, cluster.

INTRODUCCIÓN

La producción ovina en México ha tenido un incremento importante en los últimos años con un inventario actual de 8.7 millones de cabezas (SIAP, 2020), distribuidas en las regiones Centro (55%), Centro-Norte (23%) y Sur (16%) del país (Herrera *et al.*, 2022). La ovinocultura nacional está orientada principalmente a la producción de piel, lana o pelo, leche y carne, siendo esta última actividad la de mayor importancia económica en el país (Hernández-Martínez *et al.*, 2013). Si bien es cierto que los ovinos se producen en distintas zonas geográficas, el tipo de explotaciones se relaciona a las condiciones climáticas del lugar, los recursos naturales disponibles en la zona y la condición socioeconómica de los productores, entre otras (Góngora-Pérez *et al.*, 2010). En general existen diferentes sistemas productivos, que difieren por su modalidad (estabulación, semi-estabulación y pastoreo), por su grado de intensidad (intensivo, semi-intensivo, extensivo) y por el nivel tecnológico que tienen (tecnificado, semi-tecnificado y tradicional) (Partida de la Peña *et al.*, 2017).

En México, las unidades de producción ovina (UPO) se desarrollan en diferentes regiones y están condicionadas por disponibilidad de recursos, mercado, condiciones socioeconómicas, acceso a la tierra, disponibilidad de insumos y tecnología (Hernández *et al.*, 2022). Esta amplia gama en los sistemas productivos origina fluctuaciones estacionales en la disponibilidad de ganado para el abasto ocasionando mucha irregularidad en el tipo y la condición de los animales que se producen, lo que se ve reflejado en el déficit de producción nacional para satisfacer las necesidades de consumo del país y la calidad del producto final (Vázquez-Martínez *et al.*, 2018). El objetivo de esta investigación fue identificar y describir las unidades de producción ovina en el principal estado productor del país con la finalidad de caracterizar los sistemas de producción y el perfil sociocultural de los ovinocultores dedicados a tan importante actividad.



MATERIAL Y MÉTODOS

Lugar experimental

El presente estudio se realizó en 28 municipios del Estado de México (Acambay, Almoloya de Juárez, Amanalco, Amecameca, Atlacomulco, Ayapango, Chalco, Cocotitlán, Donato Guerra, El Oro, Ixtlahuaca, Jocotitlán, Juchitepec, Ocuilán, San Felipe del Progreso, Santa María Rayón, Temascalcingo, Temoaya, Tenancingo, Tenango del Valle, Tlalmanalco, Toluca, Valle de Bravo, Villa Guerrero, Villa Victoria, Zinacantepec y Zumpahuacán pertenecientes al Estado de México (18°21' y 20°17'N y 98°38' y 100°36'W, 2700 msnm). El estudio se llevó a cabo de febrero a junio del 2021. La población de estudio implicó a 7,030 cabezas de ganado ovino integrados en 81 unidades de producción ovina (UPO).

Elaboración de encuesta

La información se obtuvo a partir de la aplicación de encuestas de verificación mediante entrevista cara a cara con ovinocultores y/o responsables de las UPO. Cada pregunta fue seleccionada por personal universitario y por su importancia para generar la información sobre las diferentes características. La encuesta integró a 103 descriptores relacionados a datos sociodemográficos de los productores, fuentes de ingreso, razas de animales, bienestar animal, tipos de alimentación, inventario ovino, manejo sanitario, comercialización de ovinos y las preferencias de consumo de carne ovina por parte de los ovinocultores.

Análisis estadístico

Con la información de las 81 encuestas aplicadas que estuvieron integradas por 103 variables (descriptores) con información de las características de la UPO. Para alcanzar el objetivo de estudio, en primera instancia se llevó a cabo un análisis discriminante para identificar y eliminar aquellos descriptores que no permitan la diferenciación entre las unidades de producción en estudio. Posteriormente, con las variables que permitieron la diferenciación, se realizó el análisis multivariante a través del análisis de componentes principales para la extracción de factores, el índice de Kaiser-Mayer-Olkin (KM) y la prueba de esfericidad de Bartlett permitió medir la correlación entre variables. Aquellas variables con una comunalidad ($h < 0.9$) no fueron incluidas en el factor de análisis, indicando que estas variables no fueron correlacionadas con los nuevos componentes, que fueron seleccionados los que presentaron valores propios ≥ 1 . Para obtener una mejor comprensión de los componentes obtenidos, se llevó a cabo un método de rotación ortogonal (Varimax). En consecuencia, las puntuaciones de los factores en el análisis se estimaron mediante el método de regresión conformando las nuevas variables. Por último, se realizó el análisis jerárquico de conglomerados (clúster) que tiene como objetivo la integración por sus similitudes de aquellas unidades de producción de acuerdo



a la participación de las interacciones sociales y los ambientes productivos. La distancia utilizada fue la euclidiana cuadrada como medida de similitud y la aglomeración se realizó por el método de Ward. Para seleccionar las variables más significativas que permitirían la diferenciación entre los grupos obtenidos, se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis y algunas pruebas no paramétricas de Mann Whitney, teniendo en cuenta las características del estudio y las variables.

En un inicio se obtuvieron ocho conglomerados (clúster) a los cuales se les realizó el análisis estadístico de X^2 y prueba de F (de acuerdo con las variables analizadas cualitativas o cuantitativas) para confirmar si los agrupamientos entre los rebaños eran diferentes ($P < 0.05$). Para aquellos agrupamientos que no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$) fueron unidos, resultando finalmente cinco clústeres, identificando los niveles C1, C2, C3, C4 y C5 (Figura 1). Todos los análisis fueron realizados a través del software estadístico SAS 9.2 (SAS Institute INC., 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis discriminante

Los resultados del análisis discriminante, permitió descartar 54 variables que no mostraron diferenciación ($P > 0.05$), esto es que no aportaban un peso específico en la diferenciación para la integración de los clústeres; finalmente fueron consideradas 49 variables que representaron tener una importante contribución a la variabilidad de datos entre las UPO del Estado de México y que fueron consideradas finalmente para los siguientes análisis: (1) Inventario total ovino, (2) Número de ovejas de reproductoras, (3) Número de sementales, (4) Sistema de producción (SP), (5) Raza y/o tipo genético de ovejas, (6) Raza y/o tipo genético del semental, (7) Método de reproducción, (8) Número de corderos nacidos/parto, (9) Años de experiencia de la explotación, (10) Uso de registros productivos, (11) Comercialización de corderos para abasto, (12) Comercialización de ovejas de pie de cría, (13) Comercialización de ovejas de desecho, (14) Comercialización de carne de cordero, (15) Comercialización de vísceras, (16) Comercialización de excretas, (17) Comercialización de lana, (18) Producción de corderas para reemplazos (PCPR), (19) Venta al barbacoyero, (20) Venta al acopiador, (21) Venta a restaurantes y mercados, (22) Venta para cortes finos, (23) Autoconsumo de carne, (24) Precio venta de cordero en pie y/o canal, (25) Presencia de personal que detecta las enfermedades, (26) Incidencia de enfermedades en el rebaño, (27) Desparasitación del rebaño, (28) Bacterinización del rebaño, (29) Principal fuente de ingresos de la ovinocultura, (30) Generación de empleo, (31) Costos de inversión para la actividad de la ovinocultura, (32) Principal actividad laboral para generar ingresos, (33) Principal motivación de la actividad de la ovinocultura, (34) Valor del bienestar animal en la producción ovina, (35) Época del año que se suplementa al rebaño, (36). Porcentaje



del total de ingresos producto de la ovinocultura, (37) Género del responsable de la UP, (38) Edad del responsable de la UP, (39) Nivel de escolaridad, (40) Número de personas que habitan en la vivienda, (41) Municipio (ubicación), (42) Ubicación de la UP de ovinos, (43) Servicios que cuenta para la actividad de la ovinocultura, (44) Tipo de infraestructura de la UP, (45) Beneficios por subsidios, (46) Apoyo de ovejas reproductoras y semental(es), (47) Apoyo en infraestructura, (48) Apoyo en asesoría del MVZ y (49) Apoyo en maquinaria.

Componentes principales

Se obtuvieron 17 componentes principales (CP) que explicaron el 74.9% de la variabilidad de los datos (Tabla 1), mismos que fueron nombrados de acuerdo con las variables que se correlacionaron. Estos resultados son similares a los reportados por [Osorio-Avalos et al. \(2015\)](#), en un estudio de producción ovina de la raza Merino en España (78.3%), así también por [Castel et al. \(2003\)](#) con un 73% en un estudio de caracterización en sistemas de producción semi-intensivo de cabras en Andalucía, España y por los reportados por [Toro-Mujica et al. \(2012\)](#), quienes caracterizaron el bienestar animal en UPO en el centro y sur de España. [Pardos et al. \(2008\)](#) encontraron el 65.2%, investigando la diversidad en los sistemas de producción en Aragón, España. También [Usai et al. \(2006\)](#) reportaron valores superiores (87.5%) en un estudio donde se caracterizó sistemas de cría en cabras en la isla de Cerdeña y por [Gökdağ et al. \(2020\)](#) que encontraron el 80% realizando una caracterización de los sistemas de producción de cabras en Italia y Turquía. Los valores encontrados en los anteriores estudios en la diversidad de la varianza total, se puede observar que se encuentra dentro del rango, esto quizá sea debido a la similitud de especies y tipos de UPO estudiadas y todos ellos utilizando una gran cantidad de descriptores ambientales, permitiendo con ello dar certeza de los resultados del estudio. Los CP definidos que contribuyeron a la explicación de la varianza entre las UPO se presentan en la Tabla 1, observando que las variables inventario total ovino, número de ovejas reproductoras y número de sementales que conforman el CP1:1 población animal (11.29%) y el CP2: sistemas de producción (9.89%) fueron las variables que tuvieron mayor contribución a la varianza total explicada, resultados similares son reportados por ([Osorio-Avalos et al., 2015](#)) en un estudio en ovinos en España y por [Toro-Mujica \(2020\)](#) en bovinos lecheros quienes coinciden que factores como población animal, sistemas de producción representan los mayores valores en la varianza total explicada.

Los siguientes niveles de importancia corresponden al CP8: uso de registros productivos, CP9: control sanitario (integrado por las variables de incidencias de enfermedades en el rebaño y del personal que detecta estas enfermedades, CP10: medicina preventiva (desparasitación y bacterización del rebaño) y el CP11: bienestar animal (valoración del bienestar animal, así como la época del año que se suplementa al rebaño).



Tabla 1. Auto valores y porcentaje de la varianza explicada obtenida en el análisis factorial para las 49 variables o descriptores ambientales registrados en el altiplano central del Estado de México

Componente Principal (CP)	Nombre asignado al Componente Principal	Variables que integraron el componente	Autovalor	Porcentaje de la varianza total explicada	Porcentaje acumulado de la varianza explicada
CP1	Población animal	1, 2, y 3	5.64	11.29	11.29
CP2	Sistema de producción (SP)	4	4.94	9.89	21.18
CP3	Recurso genético	5, 6	2.92	5.84	27.01
CP4	Manejo reproductivo	7 y 8	2.83	5.66	32.67
CP5	Comercialización de productos	11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17	2.48	4.96	37.63
CP6	Producción de corderas para reemplazos	18	2.20	4.40	42.03
CP7	Destino de la producción	19, 20, 21, 22, 23 y 24	2.15	4.29	46.33
CP8	Uso de registros productivos	10	2.00	3.99	50.32
CP9	Control sanitario	25, 26	1.83	3.66	53.98
CP10	Medicina preventiva	27, 28	1.71	3.42	57.40
CP11	Bienestar animal	34, 35	1.54	3.08	60.48
CP12	Años de experiencia de la explotación ovina	9	1.36	2.73	63.21
CP13	Importancia de la ovinocultura	29, 30, 31, 32 y 33	1.35	2.70	65.90
CP14	Porcentaje de ingresos producto de la ovinocultura	36	1.17	2.35	68.25
CP15	Apoyos gubernamentales	45, 46, 47, 48 y 49	1.15	2.30	70.55
CP16	Características de la Unidad de Producción Ovina	41, 42, 43 y 44	1.10	2.21	72.76
CP17	Tipo de productor	37, 38, 39 y 40	1.09	2.18	74.93



Los siguientes CP fueron de menor importancia. El CP12: años de experiencia en la producción ovina (2.73%), fueron valores muy inferiores a los reportados por [Toro-Mujica et al. \(2012\)](#) quienes evaluaron las tipologías y variables económicas en manejo de ganado ovino en el centro y sur de España, además de reportar una correlación donde se muestra que a medida que aumentaba el área de tierra de las UPO disminuían los años de experiencia en la actividad, que contrasta a esta investigación donde no hubo relación de esta variable con ninguna otra. Finalmente, las variables de menor impacto son el CP13: importancia de la ovinocultura (generación de empleos y fuentes de ingresos en la ovinocultura), CP14: porcentaje de ingresos producto de la ovinocultura, CP15: apoyos gubernamentales, CP16: características de las UPO y CP17: tipo de productor.

Análisis de clúster

En la Figura 1 se muestran el dendograma de los clústeres formados y la Tabla 2, describe las características más relevantes y agrupamientos de rebaños de acuerdo con su semejanza e importancia de cada uno de los clústeres.

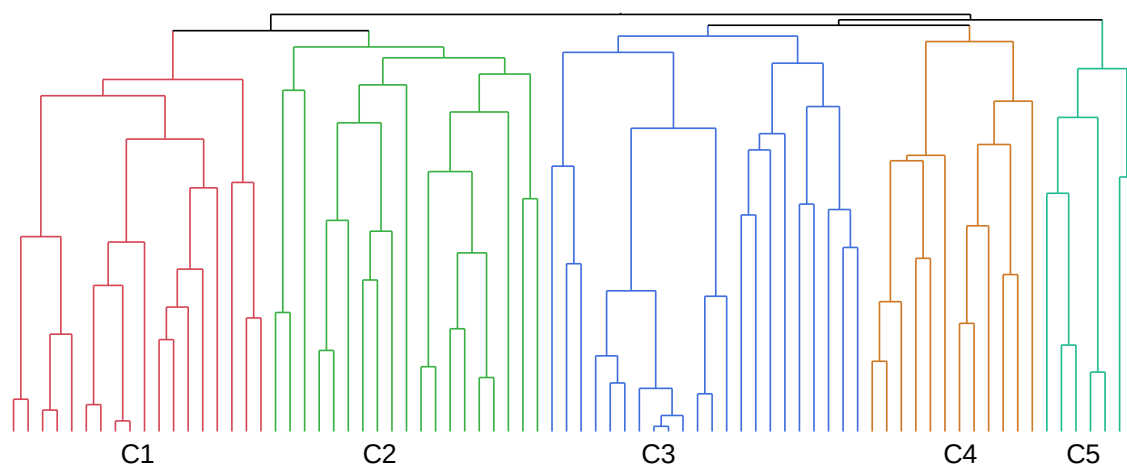


Figura 1. Clústeres jerárquicos obtenidos (dendograma) del análisis de agrupamiento a partir de los descriptores ambientales. Datos presentados en la Tabla 2, representando el agrupamiento de rebaños en el altiplano del Estado de México.



Tabla 2. Características relevantes y de importancia que se muestran en los 5 clústeres conformados en los rebaños ovinos en el altiplano del Estado de México

No.	Variable o descriptor ambiental	Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3	Clúster 4	Clúster 5	P
1	Número de Unidades de Producción Ovina (UPO)	18	18	22	13	10	
2	Inventario total ovino (cabezas)	61.2 ± 28.4 ^b	83.9 ± 37.6 ^{ab}	77.2 ± 32.2 ^{ab}	92.5 ± 57.2 ^{ab}	151.6 ± 130.4 ^a	0.035
3	Número de ovejas reproductoras (cabezas)	42.1 ± 19.0 ^b	52.7 ± 19.2 ^b	48.9 ± 19.3 ^b	67.8 ± 45.0 ^b	117.6 ± 110.8 ^a	0.042
4	Número de sementales (cabezas)	2	2	2	2.5	2.5	0.687
5	Sistema de producción de la Unidad de Producción ¹	E ^a	SI ^a	SI-I ^{bc}	SI ^a	E ^a	0.031
6	Raza y/o tipo genético de las ovejas ²	P ^c	P y E_2 ^b	E_2 y 3 ^a	P y E_2 ^b	E_2 y 3 ^a	0.015
7	Raza y/o tipo genético del semental ²	P ^c	P ^c	E_2 y 3 ^a	P y E_2 ^b	E_2 y 3 ^a	0.001
8	Método de reproducción ³	MN - IA	MN	MN - IA	MN - IA	MN - IA	0.02
9	Número de corderos nacidos/parto (cabezas)	1.5 ^b	1.6 ^a	1.2 ^c	1.2 ^c	1.1 ^d	0.039
10	Número de empleos generados	1.6 ^c	1.8 ^a	1.5 ^d	1.5 ^d	1.7 ^b	0.091
11	Uso de registros productivos	Si	Si	Si	Si	Si	0.253
12	Nivel de comercialización de corderos para abasto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	0.361
13	Nivel de comercialización de ovejas reproductoras	Alto ^a	Alto ^a	Medio ^b	Medio ^b	Bajo ^c	0.006
14	Nivel de comercialización de ovejas de desecho	Bajo ^c	Alto ^a	Medio ^b	Medio ^b	Alto ^a	0.004
15	Nivel de comercialización de carne de cordero	Bajo	Medio	Medio	Medio	Bajo	0.011
16	Nivel de comercialización de lana	Bajo	Bajo	Bajo	Nulo	Bajo	0.557
17	Nivel de comercialización de excretas	Bajo ^c	Medio ^b	Bajo ^c	Medio ^b	Alto ^a	0.001
18	Nivel de comercialización de piel	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	0.1
19	Nivel de producción de corderas para reemplazos	Medio ^a	Medio ^a	Bajo	Bajo ^b	Bajo ^b	0.007
20	Nivel de venta al barbacoyero	Medio ^b	Alto ^a	Alto ^a	Medio ^b	Bajo ^c	0.001
21	Nivel de venta al acopiador	Medio	Medio	Medio	Bajo	Medio	0.121
22	Nivel de venta a restaurantes y mercados	Bajo ^b	Bajo ^b	Medio ^a	Bajo ^b	Medio ^a	0.049
23	Nivel de venta para cortes finos	Bajo ^b	Bajo ^b	Bajo	Medio ^a	Medio ^a	0.001
24	Nivel de autoconsumo de carne ovina	Medio ^b	Medio ^b	Medio ^b	Alto ^a	Medio ^b	0.023
25	Precio venta de cordero en pie y/o canal (\$)	46.77 ^d	46.61 ^d	50 ^c	58.18 ^a	55.3 ^b	0.001
26	Personal que detecta la presencia de enfermedades	P ^c	P ^c	MVZ ^a	MVZ ^a	P y MVZ ^b	0.001
27	Nivel de incidencia de enfermedades en el rebaño	Nula ^b	Baja ^b	Baja ^b	Baja ^b	Media ^a	0.001
28	Desparasitación del rebaño	No ^b	Si ^a	Si ^a	Si ^a	Si ^a	0.001
29	Bacterización del rebaño	No ^b	Si ^a	Si ^a	Si ^a	Si ^a	0.001
30	Porcentaje de ingresos la actividad de la ovinocultura	40 ^a	37.5 ^a	36.6 ^a	29.38 ^b	32 ^b	0.031
31	Años de experiencia en la actividad de la ovinocultura	9.1 ± 8.5 ^b	11.0 ± 6.3 ^b	7.6 ± 5.6 ^c	22.9 ± 18.8 ^a	20.7 ± 15.2 ^a	0.001
32	Costos operativos de la ovinocultura (\$/semana)	1157 ^{ab}	1228 ^a	945 ^b	860	836	0.001
33	Principal actividad laboral para generar ingresos ⁵	Agro	O y C	O	O y C	O y C	0.081



34	Principal motivación de dedicarse a la ovinocultura ⁶	Negocio	Negocio	Negocio	Negocio	Negocio y ahorro	0.085
35	Bienestar animal en la producción ovina	Alto ^a	Alto ^a	Alto ^a	Medio ^b	Medio ^b	0.017
36	Época del año que suplementa al rebaño	Todo el año	Todo el año	Todo el año	Todo el año	Todo el año	0.462
37	Lugar de comercialización de los productos ovinos ⁷	Casa	Casa	C y A	A y MM	A y MM	0.228
38	Género del responsable de la UP ⁸	H y M	+H	+H	+H	H y M	0.571
39	Rango de edad del responsable de la UP (años)	31-45	46-60	46-61	46-62	31-45	0.663
40	Nivel de Escolaridad	Sec	Sec	Prep	Sec - Prep	Sec	0.213
41	Número de personas que habitan en la vivienda	4.5 ^c	5.0 ^b	6.0 ^a	4.1 ^c	3.1 ^d	0.002
42	Zona de ubicación en el Estado de México de la UP ⁹	Cen - Nte	Nte	Nte - Ote	Cen	Cen - Sur	0.056
43	Ubicación de la UP de ovinos ¹⁰	Hog ^a	Hog ^a	CdH ^b	CdH ^b	Hogar - CdH ^c	0.004
44	Número de servicios para la actividad de la ovinocultura	3.8 ^c	4.1 ^b	3.9 ^b	5.0 ^a	4.7 ^a	0.017
45	Tipo de infraestructura ¹¹	Adap	Adap y Tec	Adap	Adap y Tec	Adap y Tec	0.312
46	Nivel de beneficios recibidos por subsidios	Bajo ^b	Medio-bajo ^b	Alto ^a	Medio ^b	Medio ^b	0.002
47	Nivel de apoyo de ovejas reproductoras y sementales	M-A ^{ab}	Medio ^b	Alto ^a	Medio ^b	Medio ^b	0.021
48	Nivel de apoyo en infraestructura	Nulo ^c	Nulo ^c	Bajo ^b	Nulo ^c	Medio ^a	0.027
49	Nivel de apoyo en asesoría MVZ	Nulo ^c	Medio ^b	M-A ^{ab}	Medio ^b	Alta ^a	0.043
50	Nivel de apoyo en maquinaria	Nulo	Nulo	Bajo	Nulo	Nulo	0.054

Letras minúsculas diferentes muestran diferencia significativa

¹ E = Extensivo, SI = Semi-intensivo, I = Intensivo

² P = raza pura, E_2 = Encastada con 2 razas, E_3 = Encastada con 3 razas

³ MN = Monta natural, IA = Inseminación artificial

⁴ P= Personal, MVZ = Médico Veterinario Zootecnista

⁵ Agro = Agropecuario, O = Oficios, C = Comercio

⁶ C = Casa, A = Acopiadores, MM = Mercados

⁷ H = Hombre, M = Mujer

⁸ Cen = Centro, Nte = Norte, Ote = Oriente, Sur = Sur

⁹ Hog = Hogar, CdH = Cerca del hogar

¹⁰ Adap = Adaptada, Tec = Tecnificada

Descripción de los clústeres por similitudes en ambientes productivos

Clúster 1. Conformado por 18 UPO originarios de la región Centro-Norte del Estado de México, en donde predomina el sistema de producción (SP) extensivo, registran en promedio 9 años de experiencia en la actividad de la ovinocultura, atendido de igual forma por hombres y mujeres, con un nivel escolar promedio de secundaria, la actividad es considerada como un negocio generando el 40% de sus ingresos. El inventario ovino de las UPO en promedio es de 61 cabezas, con 42 ovejas reproductoras y 2 sementales, albergados bajo una infraestructura no construida específicamente y que fue adaptada a las condiciones productivas de la especie. Las líneas genéticas ovinas explotadas son generalmente de razas puras como Suffolk, Hampshire y Dorset (sementales) y ovejas de las razas Suffolk, Hampshire y Composite NZ. Como sistema de reproducción,



emplean principalmente la monta natural y para la mejora genérica en ocasiones aplican tecnología reproductiva a través de la inseminación artificial (IA). Las ovejas registran en promedio 1.5 corderos nacidos por parto.

Como se observa en la Tabla 2, en estas UPO el nivel de comercialización de corderos para abasto y de ovejas reproductoras es alta; en tanto que la comercialización es baja en ovejas de desecho, venta de lana, excretas y piel. De acuerdo con la información obtenida el cordero para el abasto es vendido principalmente al barbacoyero y al acopiador, registrando un nivel intermedio de autoconsumo. Para restaurantes, mercados y para cortes finos es vendido en niveles muy bajos. El precio de venta en pie de corderos para abasto oscila en los \$48.00/kg. En aspectos de manejo sanitario, el personal que labora en la UPO se encarga en detectar la presencia de enfermedades, registrando una nula incidencia de éstas, en donde no se desparasita ni se bacteriniza a los rebaños. El nivel de subsidios recibidos es limitado tanto en apoyos de infraestructura, maquinaria y asesoría por un profesional.

Clúster 2. Integrado por 18 rebaños, se encuentran ubicados en la región Norte del Estado de México, donde su principal sistema de producción (SP) es semi-intensivo, con promedio de 11 años de experiencia y atendido principalmente por hombres con un nivel escolar promedio de secundaria, se considera un negocio que genera en promedio el 37.5% de sus ingresos. En promedio el inventario ovino de los rebaños es de 84 cabezas, con 53 ovejas de pie de cría y 2 sementales albergados en una infraestructura que está adaptada con ciertas condiciones tecnificadas principalmente con ovejas de las razas Suffolk y Hampshire, así como hembras Dorset, Katahdin, Composite NZ y encastadas con Dorper; mientras que utilizan sementales de las razas Suffolk, Dorset, Dorper y Texel. Las líneas genéticas ovinas explotadas en estas UPO son encastadas con Suffolk y Hampshire en las ovejas y utilizan razas puras en los sementales de tipo paterno o productores de carne. La monta natural es el principal método de reproducción utilizado. Las ovejas registran en promedio 1.6 corderos nacidos por parto. Como se observa en la Tabla 2, las UPO tienen un nivel alto en la comercialización de corderos para abasto, ovejas de reproductoras y de desecho. La comercialización es limitada de lana y piel, y las excretas se comercializan a un nivel intermedio. El cordero para abasto es vendido principalmente al barbacoyero, en segunda instancia al acopiador y un nivel intermedio en su autoconsumo. Para restaurantes, mercados y con destino hacia cortes finos es vendido en niveles muy bajos. El precio de venta en pie de corderos para abasto oscila los \$46.60/kg. En el manejo sanitario, el personal que labora se encarga en detectar la presencia de enfermedades, registrando una nula incidencia de éstas en donde se llega a aplicar la desparasitación y la bacterinización a los rebaños. Los subsidios gubernamentales recibidos para el apoyo en la adquisición de ganado y en apoyo en la



asesoría de un profesional son medios, pero con un mínimo apoyo en la infraestructura y maquinaria.

Clúster 3. Es el agrupamiento de UPO con mayor representación (22), ubicadas en el Norte-Oriente del Estado de México, donde su principal SP es semi-intensivo e intensivo con 7.6 años de experiencia en promedio, es atendido principalmente por hombres con un nivel escolar generalmente con estudios de preparatoria, considerándolo como un negocio que genera el 37% de sus ingresos. En promedio el inventario ovino de las UPO es de 77 cabezas, con 49 ovejas reproductoras y 2 sementales albergados en una infraestructura que es adaptada, con ciertas condiciones tecnificadas. Las líneas genéticas ovinas explotadas de hembras reproductoras son de las razas Hampshire, Suffolk, encastadas con 2 o 3 razas como Dorper, Katahdin, Composite NZ y sementales de las razas Hampshire, Suffolk, Katahdin, Dorset y Charollais. La monta natural es el principal método de reproducción utilizado, apoyando al mejoramiento genético a través de la aplicación de la IA. Las ovejas registran en promedio 1.2 corderos nacidos por parto (Tabla 2). En estas UPO el nivel de comercialización de corderos para abasto es alto, y con un nivel intermedio se comercializan las ovejas reproductoras y de desecho; la comercialización es baja para la venta de lana, excretas y piel. El cordero para abasto es vendido principalmente al barbacoyero, en segunda instancia al acopiador y en menor grado en restaurantes y mercados. También se registra un importante autoconsumo del cordero. El precio de venta en pie de corderos para abasto es pagado en \$50.00/kg. En aspectos de manejo sanitario, el profesional que asesora las UP detecta la presencia de enfermedades, registrando una baja incidencia de éstas en donde se llega a aplicar la desparasitación y la bacterinización. El nivel de subsidios recibidos en estas UP es alto para el apoyo en la adquisición de ganado (Secretaría del Campo del Estado de México) y con la disposición de la asesoría de un MVZ, pero ha sido limitado para apoyos de infraestructura y maquinaria.

Clúster 4. Representado por 13 rebaños ubicados en la región Centro Estado de México, en donde su principal SP es semi-intensivo, registrando en promedio la mayor experiencia en esta actividad (23 años). Es atendido principalmente por hombres con nivel escolar de secundaria y preparatoria, considerándolo como un negocio que genera el 29% de sus ingresos en promedio. El inventario ovino de los rebaños promedio es de 93 cabezas, con 68 ovejas reproductoras y 2.5 sementales albergados en una infraestructura que es adaptada y con ciertas condiciones tecnificadas. Las líneas genéticas explotadas en estas UPO son hembras reproductoras principalmente de razas puras (Dorper, Katahdin, Suffolk y Hampshire) y encastados con las razas Suffolk, Hampshire y Composite NZ, así como de los sementales de las razas Charollais, Suffolk, Dorset y Hampshire. La monta natural es el principal método de reproducción utilizado,



además apoyado por la IA como método de mejoramiento de las líneas genéticas. Las ovejas registran en promedio 1.2 corderos nacidos por parto. Su principal actividad de comercialización son los corderos para abasto, seguido de la venta de las ovejas de pie de cría y de desecho, así como las excretas, sin dar valor comercial a la lana. La principal forma de venta del cordero es al barbacoyero y para cortes finos con un nivel bajo de venta al acopiador, además con un nivel alto en el autoconsumo del cordero (Tabla 2). El precio de venta en pie de corderos para abasto es de \$58.00/kg. En aspectos de manejo sanitario, el MVZ que asesora las UPO se encarga en detectar la presencia de enfermedades, registrando una baja incidencia de enfermedades aplicando la desparasitación y la bacterinización. El nivel de subsidios recibidos es regular para el apoyo en la adquisición de ganado y de asesoría de un MVZ, así mismo nulo para apoyos de infraestructura y maquinaria.

Clúster 5. Representa el menor número de UPO (10) originarios de la región Centro-Sur del Estado de México, en donde su principal SP es extensivo, registrando una importante experiencia en esta actividad (21 años en promedio), atendido al igual tanto por hombres y mujeres con un nivel escolar de secundaria. Lo consideran como un negocio y también de ahorro, generando el 32% de sus ingresos en promedio. Son UPO con el mayor inventario ovino (152 cabezas, 118 ovejas de pie de cría y 2.5 sementales en promedio), albergados en una infraestructura que es adaptada y con ciertas condiciones tecnificadas. Las líneas genéticas ovinas explotadas son de ovejas reproductoras basadas en animales encastados con Dorper, Pelibuey, Kathadin y Hampshire principalmente, y sementales de las razas Dorper, Katahdin, Suffolk y Hampshire. La monta natural es el principal método de reproducción utilizado, apoyando al mejoramiento genético a través de la IA. Las ovejas registran en promedio 1.1 corderos nacidos por parto. Su principal actividad de comercialización son los corderos para abasto y ovejas de desecho, así mismo en menor proporción ovejas reproductoras, lana y piel, así como de las excretas. La principal venta del cordero es al acopiador, a restaurantes y para cortes finos y en menor medida al barbacoyero, teniendo un nivel intermedio de autoconsumo. El precio de venta en pie de corderos para abasto es de \$55.00/kg. En aspectos de manejo sanitario, el profesional que asesora es apoyado por el personal para detectar la presencia de enfermedades, registrando cierta incidencia de enfermedades y llegan a aplicar la desparasitación y la bacterinización. El nivel de subsidios recibidos es regular para el apoyo en la adquisición de ganado de mejor calidad y asesoría de un profesional, en menor medida en infraestructura y nulo en el apoyo de maquinaria.



Descripción del clúster por similitudes en ambientes de producción

En los resultados de la Tabla 2, se muestran la caracterización de los SP, la cual se considera compleja por la gran cantidad de variables necesarias para su clasificación, lo que requiere un enfoque sistémico para comprender su globalidad y dinámica (Riveiro, *et al.*, 2013). El enfoque multivariante permitió detectar grandes diferencias entre los agrupamientos de las UPO, lo que identificó y permitió visualizar en el Estado de México cinco grupos, los cuales se diferencian como se ha descrito ampliamente que englobaron a las 81 UPO estudiadas.

Conformación Unidades de Producción Ovina

En las UPO del Estado de México el inventario total ovino presentó tres grupos estadísticos ($P < 0.05$), siendo el C5 el que presenta la mayor población (151 animales por UPO), pero en promedio cada UPO está conformada por 93. En comparación con otras investigaciones la población de animales se encuentra por encima del promedio (37) de lo reportado en el Estado de Puebla, México (Galván-Antonio *et al.*, 2020); pero similar a este estudio por lo reportado por Freitas-Silveira *et al.* (2021) quienes encontraron un promedio de 90 animales en una investigación de caracterización realizada en UPO en una región semiárida de Brasil. Sin embargo, se encuentra muy por debajo al inventario de las UPO reportados en Europa, en países con tradición en los ovinos con 642 animales como lo es en España (Pardos *et al.*, 2008) y 269 animales en Francia (Rancourt *et al.*, 2005). En las UPO del Estado de México, la producción está orientada a generar animales reproductores en 70% y el resto en la producción de ovinos para abasto. En general cada UPO en promedio cuenta con 2 sementales de raza pura, existiendo una gran diversidad dentro de las que se pudo encontrar en mayor cantidad razas como Suffolk, Hampshire, Dorset, Pelibuey, Katahdin y Dorper. En cuanto a los sistemas de producción de las UPO se encontraron dos tipos con diferencia significativa ($P < 0.05$), siendo el clúster 1 y 5 los que presentan un SP extensivo, los clústeres 2 y 4 un SP semi-intensivo y el clúster 3 el que presenta una combinación de ambos sistemas, con nula presencia de SP intensivo, quizá esto debido que al implementar una intensificación productiva va acompañada de mayores costos de alimentación e infraestructura en la producción. En los diferentes clústeres predominan razas puras y animales encastados con dos y tres razas, indicando que a mayor crecimiento de la UPO aumenta la variabilidad genética en las razas. En cuanto al método de reproducción, la mayoría de los clústeres (1, 3, 4 y 5) utilizan un sistema combinado entre monta natural e IA, siendo el clúster 3 el que difiere significativamente al solo manejar monta natural.

Comercialización de las Unidades de Producción

En la comercialización de productos, todos los clústeres muestran un nivel alto de comercialización de corderos para abasto. Sin embargo, en cuanto a la comercialización



de ovejas reproductoras se observa una diferencia significativa ($P < 0.05$) a disminuir la comercialización conforme aumenta el tamaño de la UPO como lo muestra el clúster 1, conformado por UPO más pequeñas, con la mayor comercialización de ovejas, seguido por los clúster 2, 3 y 4 los cuales tienen un nivel de comercialización intermedio, y el que menos comercializa es el clúster 5, el cual abarca las UPO más grandes, existiendo una tendencia a disminuir la comercialización de estos animales quizá con la finalidad de mantenerlos como animales de reemplazo; caso contrario a los resultados encontrados en la comercialización de ovejas de desecho, mostrando que a medida que aumenta el inventario ovino, aumenta de igual manera la venta de animales de desecho, y con ello la acción de incrementar los reemplazos de reproductoras para tener UPO en equilibrio de su edad reproductiva.

Destino de la comercialización

En cuanto a la venta de ovinos, es bien sabido que se realiza principalmente a través de acopiadores y barbacoyeros reflejado en los clústeres C1, C2, C3, C4, siendo el C5 solo el que presenta mayor comercialización de cortes finos y la venta a restaurantes y mercados. En cuanto al precio de comercialización del producto se encuentra en un rango de \$46.00 a \$58.00/kg.

Salud animal de las unidades de producción ovina

La Tabla 2 muestra que los clústeres de mayor inventario son C3, C4 y C5, que cuentan con la asesoría del MVZ, en comparación con los C1 y C2 que quienes supervisan la presencia de enfermedades son por el personal que labora en las UPO. En cuanto a incidencia de enfermedades se observa un incremento a mayor inventario, como lo muestra el C5. En cuanto a la desparasitación, hay una alta incidencia en la aplicación de estas prácticas con el 78% de las UPO pertenecientes a los clústeres C2, C3, C4 y C5, realizándola como una medida preventiva contra enfermedades. El C1 que presenta menor inventario, es el único que no cuenta con la implementación de estas prácticas, resultados similares a lo reportado por [Mohamed-Brahmi \(2020\)](#) caracterizando SP en zonas montañosas y forestales de Túnez, quienes de igual manera eran UPO de bajas poblaciones, encontraron que solo el 14% de los ganaderos aplican desparasitantes en sus rebaños. Además, se muestra una relación con el tamaño de las UPO, encontrando en cuanto más pequeñas son, muestran un nivel de bienestar animal alto (C1, C2 y C3), mientras que los C4 y C5 que tienen mayor inventario de animales, muestran un nivel intermedio de bienestar animal.

Datos socioculturales de los productores

Los encargados en las UPO, muestran que la mayoría son manejados por hombres en los C2, C3 y C4, mientras que existe una presencia amplia de las mujeres como se



muestra en los C1 y C5, que son trabajados de forma mixta con personal de ambos géneros, estos datos coinciden con lo reportado en otras regiones de México, encontrando una amplia presencia de mujeres en el 10% de las UPO (Galván-Antonio *et al.*, 2020). La edad promedio está en un rango de 31 a 62 años, con nivel de educación medio superior. En cuanto a los años de experiencia en la actividad de la ovinocultura el promedio es de 14 años, indicando que es una actividad relativamente joven, resultados similares fueron encontrados en Italia con 12.5 años y Turquía 10.7 años en promedio (Gokdai *et al.*, 2020) y son considerados bajos en comparación con otras zonas del mundo con tradición ovina como en Aragón, España, con 47 años en promedio (Pardos *et al.*, 2008). En cuanto al costo operativo que se genera semanalmente en los C3, C4 y C5, se observa un menor costo (\$836.00 a \$945.00) en comparación con los C1 y C2 con (\$1,157.00 a \$1,228.00). En cuanto a la ubicación de las UPO, los C1 y C2 se encuentran adjuntos al hogar de los ovinocultores, mientras que las UPO de los C3, C4 y C5 no son parte del hogar, pero sí muy cerca de éstos.

Apoyos Gubernamentales en las UPO

El nivel de beneficio recibido por subsidios es alto en el C3, medio en los C2, C4, C5 y bajo en el C1. El nivel de apoyo para adquisición de ovejas reproductoras y sementales muestra diferencias significativas ($P < 0.05$), presentando el C3 el nivel más alto en comparación con los C1, C2 y C4, los cuales muestran un nivel intermedio. En todos los clústeres fue bajo a nulo en el apoyo a adquisición de maquinaria. En la asesoría del MVZ a las UPO existen diferencias significativas ($P < 0.05$), siendo más notoria su presencia en el C5, seguido con un nivel intermedio en los C4 y C2, mientras que en el C1 es nula la asesoría por parte del gobierno.

CONCLUSIONES

La generación de información y conocimiento sobre las prácticas implementadas en las unidades de producción ovina (UPO) y las formas de mejorarlas, puede conducir a un uso racional, sostenible y eficiente de los recursos. La integración de las UPO en clústeres a través de los descriptores ambientales y de la metodología utilizada en este estudio, permitió caracterizar las estructuras productivas dentro del sector ovino en el Estado de México como la región de mayor representación de esta actividad del país. El conocimiento generado en este estudio facilitará a las agencias gubernamentales la implementación de programas más adecuados y eficientes a las necesidades de las unidades de producción ovina en el Estado de México.



AGRADECIMIENTOS. De forma especial a la Secretaría del Campo del Gobierno del Estado de México, así como a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México, por las facilidades en la realización en esta investigación.

LITERATURA CITADA

CASTEL JM, Mena Y, Delgado-Pertíñez M, Camúñez J, Basulto J, Caravaca F, Guzmán-Guerrero JL, Alcalde a MJ. 2003. Characterization of semi-extensive goat production systems in southern Spain. *Small Ruminant Research*. 47(1):133–143. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00250-X](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00250-X)

FREITAS-SILVEIRA RM, Vasconcelos AM, José da Silva V, Ortiz WH, Toro-Mujica Paula, Ferreira J. 2021. Typification, characterization, and differentiation of sheep production systems in the Brazilian semiarid region. *NJAS: Impact in Agricultural and Life Sciences*. 93(1):48–73. <https://doi.org/10.1080/27685241.2021.1956220>

GALVÁN-ANTONIO A, Sánchez-Hernández M, Calderón-Sánchez F, Guerrero-Rodríguez JD. 2020. Characterization of subsistence sheep farming: The case of three communities of the municipality of Tlahuapan, Puebla, Mexico. *Agroproductividad*. 13(12):39-44. <https://doi.org/10.32854/agrop.v13i12.1899>

GÖKDAI A, Magrin L, Sakarya E, Contiero B, Gottardo F. 2020. Characterization and typologies of dairy goat farms in the Mediterranean region: A case of Italy and Turkey. *Small Ruminant Research*. 191(1):1-9. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106196>

GÓNGORA-PÉREZ RD, Góngora-González SF, Magaña-Magaña MÁ, Lara L PE. 2010. Caracterización técnica y socioeconómica de la producción ovina en el estado de Yucatán, México. *Agronomía Mesoamericana*. 21(1):131-144. ISSN: 1021-7444. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212010000100014

HERNÁNDEZ BJ, Rodríguez Magadán HM, Salinas RT, Aquino CM, Mariscal MA. 2022. Caracterización de los sistemas de producción familiar ovina en la Mixteca Oaxaqueña, México. *Rev Mex Ciencia Pecuaria*. 13(4):1009-1024.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8622807>

HERNÁNDEZ-MARTÍNEZ J, Ortiz-Rivera MI, Rebollar-Rebollar S, Guzmán-Soria E, González-Razo FJ. 2013. Comercialización de ovinos de pelo en los municipios de Tejupilco y Amatepec del estado de México. *Agronomía Mesoamericana*. 24(1):195-201 ISSN: 1021-7444. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212013000100018

HERRERA HJG, Álvarez FG, Bárcena GR, Núñez AJM. 2022. Caracterización de los rebaños ovinos en el sur de Ciudad de México, México. *Acta Universitaria*. (29) (1):1-15. <https://doi.org/10.15174/au.2019.2022>



MOHAMED-BRAHMI A, Bayrem J, Wiem C, Faïçal S. 2020. Characterization of sheep production systems in the mountainous and forest areas of Northern Tunisia: Alternative ways to improve their productivity. *Sustainable Livestock Management*.14(1):299-302. <https://www.jnsiences.org/sustainable-livestock-management/111-volume-14/644-characterization-of-sheep-production-systems-in-the-mountainous-and-forest-areas-of-northern-tunisia-alternative-ways-to-improve-their-productivity.html>

OSORIO-AVALOS J, Menéndez-Buxadera A, Serradilla JM, Molina A. 2015. Use of descriptors to define clusters of herds under similar environmental conditions to improve the level of connection among contemporary groups of mutton type merino sheep under an extensive production system. *Livestock Science*. 176(1):54–60. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.03.029>

PARDOS L, Maza MT, Fantova E, Sepúlveda W. 2008. The diversity of sheep production systems in Aragón (Spain): characterization and typification of meat sheep farms. *Journal of Agricultural Research*. 6(4):497-507. ISSN: 1695-971-X. <https://doi.org/10.5424/sjar/2008064-344>

PARTIDA DE LA PEÑA JA. 2017. Caracterización de las canales ovinas producidas en México. 8(3):269-277. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v8n3/2448-6698-rmcp-8-03-00269.pdf>

RANCOURT MN, Fois MP, Lavín C, Tchakerian E, Vallerand F. 2006. Mediterranean sheep and goats production: An uncertain future. *Small Ruminant Research*. 62(1):167–179. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.08.012>

RIVEIRO JA, Mantecón AR, Álvarez a CJ, Lavín P. 2013. A typological characterization of dairy Assaf breed sheep farms at NW of Spain based on structural factor. *Agro. System*. 1(1). <http://dx.doi.org/10.1016/j.agry.2013.05.004>

SAS Institute Inc., 2007. SAS 9.2 Help and Documentation, Cary, NC: SAS Institute Inc.

SIAP. 2020. Base de Datos Producción Pecuaria [Anuario Estadístico de la Producción Ganadera]. In Anuario Estadístico de la Producción Ganadera. México. http://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario

TORO-MUJICA P, García A, Gómez-Castro A, Perea J, Rodríguez-Estévez V, Angón E, Barba C. 2012. Organic dairy sheep farms in south-central Spain: Typologies according to livestock management and economic variables. *Small Ruminant Research*. 104 (1) 28–36. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.11.005>

TORO-MUJICA P, Vera R, Pinedo P, Bas F, Enríquez-Hidalgo D, Vargas-Bello-Pérez E. 2020. Adaptation strategies based on the historical evolution for dairy production systems in temperate areas: A case study approach. *Agricultural Systems*. 182(1):1-13. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2020.102841>

USAI MG, Casu S, Molle G, Decandia M, Ligios S, Carta A. 2006. Using cluster analysis to characterize the goat farming system in Sardinia. *Livestock Science*. 104(1):63–76. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.03.013>



VÁZQUEZ-MARTÍNEZ I, Jaramillo-Villanueva J, Bustamante-González A, Vargas-López S, Calderón-Sánchez F, Torres-Hernández G, Pittroff W. 2018. Estructura y tipología de las unidades de producción ovinas en el centro de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. 15(1):85-97. <https://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v15n1/1870-5472-asd-15-01-85-en.pdf>

[Errata, Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-agroforestal/errata>



Abanico Agroforestal. Enero-Diciembre 2024; 6:1-8. <http://dx.doi.org/10.37114/abaagrof/2024.4>
Artículo original. Recibido: 24/11/2023. Aceptado: 10/04/2024. Publicado: 18/04/2024. Clave: e2023-35
<https://www.youtube.com/watch?v=V6U81Ozgv4>

Determinación de la viabilidad en semillas de wereque [*Ibervillea sonorae* (S. Watson) Greene]

Determination of viability in seeds of wereque [*Ibervillea sonorae* (S. Watson) Greene]



Rodríguez-Briseño Karla*¹ , Mc-Caughey-Espinoza Diana^{2**} , Magaña-Barajas Elisa³ , Cruz-Campas Martín³ , Ortega-Rosas Carmen³ , Celaya-Rosas Maryela² 

¹Universidad Estatal de Sonora, Estudiante de la Maestría en Ciencias Ambientales. Av. Ley Federal del Trabajo 83100 Hermosillo, Sonora, México. ²Universidad de Sonora, Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Avenida Luis Donaldo Colosio s/n Edificio 7G, Centro, 83000 Hermosillo, Sonora, México. ³Universidad Estatal de Sonora, Maestría en Ciencias Ambientales, Av. Ley Federal del Trabajo, 83100, Hermosillo, Sonora, México. *Autor principal: Rodríguez-Briseño, Karla. **Autor de correspondencia: Mc Caughey-Espinoza, Diana. Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Sonora, Avenida Luis Donaldo Colosio s/n Edificio 7G, Centro, 83000 Hermosillo, Sonora, México. E-mail: karlarodriguez269@unison.mx, diana.mccaughey@unison.mx, elisa.magana@ues.mx, martin.cruz@ues.mx, carmen.ortega@ues.mx, a219219825@unison.mx

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar el porcentaje de viabilidad de las semillas de *Ibervillea sonorae* utilizando la prueba de Tetrazolio, de acuerdo al *International Seed Testing Association* (ISTA). Se empleó cloruro de 2,3,5-trifeniltetrazolio a concentraciones de 0.5% y 1.0% con dos tiempos de incubación (24 y 48 horas). Se utilizó un diseño aleatorio con un análisis de varianza (ANDEVA) y una comparación de medias con Tukey-Kramer ($p \leq 0.05$). Los resultados no mostraron diferencias significativas con respecto a las diferentes concentraciones y tiempos de evaluación, registrando un porcentaje de viabilidad del 57.5% a 63.33% a las 24 horas (0.5 y 1.0%), mientras que, a las 48 horas, el porcentaje de viabilidad fue de 57.83% a 61.33% (0.5 y 1.0%). Por lo que, las semillas de *I. sonorae* presentan un porcentaje promedio de viabilidad de 60.07%; mostrando que la semilla de *I. sonorae* presenta un bajo porcentaje de viabilidad comparado a otras especies de la misma familia. Esto siendo determinado por las condiciones abióticas y bióticas, al igual como la variabilidad genética, lo cual afecta el crecimiento y desarrollo del embrión.

Palabras clave: Nativa, tetrazolio, poblaciones, wereque, bajo porcentaje, viabilidad.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the percentage of viability of *Ibervillea Sonorae* seeds using the Tetrazolium test, according to the *International Seed Testing Association* (ISTA). 2,3,5-triphenyltetrazolium chloride was used at concentrations of 0.5% and 1.0% with two incubation times (24 and 48 hours). A randomized design was used with an analysis of variance (ANDEVA) and a comparison of means with Tukey-Kramer ($p \leq 0.05$). The results did not show significant differences with respect to the different concentrations and evaluation times, recording a percentage of viability of 57.5% to 63.33% at 24 hours (0.5 and 1.0%), while, at 48 hours, the percentage of viability was 57.83% to 61.33% (0.5 and 1.0%).



Therefore, *I. sonoreae* seeds have an average viability percentage of 60.07%; showing that the seed of *I. sonoreae* has a low percentage of viability compared to other species of the same family. This being determined by abiotic and biotic conditions, as well as genetic variability, which affects the growth and development of the embryo.

Keywords: Native, tetrazolium, populations, wereque, low percentage, viability.

INTRODUCCIÓN

El wereque (*Ibervillea sonoreae*) es una planta enredadera perenne y dioica perteneciente a la familia Cucurbitaceae, presenta una raíz tuberosa que sobresale del suelo, tallos delgados con presencia de zarcillos y hojas lobuladas, además de contar con flores amarillas y fruto ovoide de color verde a rojo al momento de madurar; la cual se desarrolla en las regiones semiáridas y áridas del norte de México y al sur de Estados Unidos (López-Márquez, 2017). Dentro de la medicina tradicional se utiliza la raíz de *I. sonoreae* para tratar enfermedades como artritis, reumatismo, diabetes, enfermedades cardíacas y padecimientos en piel (Morales & Siles, 2013), teniendo como consecuencia una disminución de las poblaciones silvestres. Desde el año 2001, México ha presentado un proceso de desertificación que afecta entre el 80% al 97% del territorio nacional, siendo Sonora, uno de los estados más afectados y provocando una disminución en el rendimiento agrícola, pecuario y forestal, al igual que una pérdida de la biodiversidad, dando como consecuencia una desfragmentación desgastante en el medio ambiente y los organismos que se encuentran.

Las semillas son el principal mecanismo de reproducción de las plantas, siendo constituida por el embrión y compuestos de reserva, que son rodeados por cubiertas seminales (Zaynab et al., 2017). Es común que las semillas tras su maduración no sean capaces de germinar, debido a que se encuentren en una etapa de dormición o que las condiciones ambientales no sean favorables, por lo que, la semilla comienza a perder progresivamente la capacidad de germinar y dar plántulas sanas y vigorosas; la pérdida de la viabilidad de las semillas varía según la especie y depende de factores ambientales y factores internos, como es la humedad dentro de la semilla, genotipo, etc. (Pérez-García & Pita, 2016). Para evaluar la viabilidad se recurre a diferentes tipos de test, uno de ellos es el ensayo topográfico al Tetrazolio (Prueba de Tetrazolio), éste se caracteriza por ser una prueba bioquímica que permite una evaluación rápida de la viabilidad en semillas en casos en los que no se da la germinación y se sospecha de dormancia profunda o germinación lenta y es necesaria una estimación rápida del potencial de germinación y una determinación de viabilidad individual para no desechar el lote por una percepción errónea (ISTA, 2016).

Actualmente, existe poca información acerca de la calidad de la semilla de *I. sonoreae*, por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue determinar el porcentaje de viabilidad y evaluar dos concentraciones de cloruro de Tetrazolio.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se efectuó en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos perteneciente al Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (DICTUS).

Especie en estudio

Para llevar a cabo esta investigación se utilizaron semillas de *I. sonorae* (Figura 1), esta especie es de importancia dentro de la medicina tradicional por sus efectos contra diversos padecimientos como la artritis y diabetes. La identificación de la especie se llevó a cabo en el herbario de la Universidad de Sonora (Nº de Catálogo 31331).



Figura 1. Fruto y semilla de *I. sonorae*. A. Fruto maduro (izquierda) e inmaduro (derecha), B. Morfología interna de fruto, C. semillas

Sitio de colecta

Las semillas se recolectaron en el Rancho “Las Cruces” ubicado en el municipio de Hermosillo, Sonora, localizado a los 29°02' 38.78" Norte y los 110°45' 50.91" Oeste, con 268 msnm. Con rumbo a carretera a Sahuaripa, Sonora, México; dicho sitio presenta una precipitación media anual de 330 mm y temperatura promedio de 24° C, con una vegetación de matorral arbosufrutescente (SAGARPA, 2010).

Colecta de semillas y Almacenamiento

Se colectaron frutos maduros de *I. sonorae*, aun adheridos a las plantas; estos se colocaron en bolsas de papel traza y se transportaron al laboratorio para realizar la extracción de semillas (considerando únicamente semillas maduras) sin presencia de daños fisiológicos, impurezas, presencia de humedad, daños por insectos o fitopatógenos (Mc Caughey-Espinoza *et al.*, 2020). Para posteriormente colocarlas en una bolsa tipo Ziploc y almacenarlas a 4°C, para prevenir el desarrollo y presencia de insectos de campo que pudieran infligir un daño (Mc Caughey-Espinoza *et al.*, 2018).



Prueba de Tetrazolio

Para iniciar el proceso de la prueba de Tetrazolio, a las semillas se les realizó un proceso de limpieza para retirar una cutícula presente en la testa y se procedió a realizar la escarificación mecánica como tratamiento pregerminativo. La escarificación se efectuó con el uso de pinzas de disección y de un mini dril marca Master® serie 364071922 con 16,000 RPM (número de lija 180); el proceso se realizó por 5 segundos aproximadamente, con la finalidad de debilitar la testa (Álvarez-Martínez *et al.*, 2023), creando a su vez un área más permeable para la absorción de humedad.

La prueba de Tetrazolio se realizó con el uso de las concentraciones 0.5 y 1.0% de cloruro de 2,3,5-trifeniltetrazolio (Sigma-Aldrich®); se sometieron a un proceso de incubación sumergidas en las soluciones en condiciones controladas (temperatura y tiempo) según las Reglas Internacionales de Análisis de Semillas (ISTA, 2016).

Se utilizaron 40 semillas, las cuales se embebieron durante dos horas en agua desionizada estéril en vasos de precipitado (50 mL), con la finalidad de activar el mecanismo enzimático de las semillas (Salazar-Mercado & Cancino, 2012); pasado el tiempo, las semillas se colocaron en tubos centrífuga (cubiertos con papel aluminio) que contenían la solución de Tetrazolio (0.5 y 1.0%) y, se etiquetaron y almacenaron en condiciones de oscuridad por 24 y 48 horas, a una temperatura de 25°C (Salazar-Mercado & Botello-Delgado, 2019). Posteriormente, se separaron 10 semillas por tratamiento. Al pasar el tiempo de reposo, se retiraron las semillas de las soluciones y se enjuagaron con agua desionizada estéril, con la finalidad de remover el exceso de Tetrazolio; y se observaron las semillas en el estereoscopio marca Stelm® 305 para determinar si las semillas sometidas a la prueba fueron viables (coloración rojiza) o no viables (nula coloración).

Análisis estadístico

Los resultados de la prueba de Tetrazolio en semillas de *I. sonorae* se sometieron a un análisis estadístico basado en un diseño aleatorio con dos tiempos de evaluación (24 y 48 horas) y dos concentraciones de Cloruro de Tetrazolio (0.5% y 1.0%), se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y una comparación de medias con Tukey-Kramer ($P < 0.05$); utilizando el programa estadístico JMP versión 17.0 (JMP Statistical Discovery LLC, 2022).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al determinar la viabilidad de las semillas de *I. sonorae* se presentó mayormente una tinción rojo tenue tanto en los cotiledones como en el embrión, mostrando que, la actividad fisiológica de la semilla no se está realizando de forma óptima (Figura 2). Con base en los resultados obtenidos, el análisis estadístico no exhibió diferencias significativas ($P < 0.05$) y un R^2 de 0.0151, acorde a las concentraciones de Cloruro de Tetrazolio y los tiempos de incubación. Por lo que, se determina que las semillas de *I.*

sonorae presentaron un porcentaje de viabilidad del 57.5 a 63.33% (Tabla 1); posiblemente las semillas no presentan un desarrollo, madurez y proceso de polinización adecuado, aunque el almacenamiento de estas fuera el óptimo, determinando que las semillas de *I. sonorae* fueran afectadas por las condiciones ex situ (baja humedad y bajas temperaturas). Por lo tanto, en futuras investigaciones al realizar pruebas de germinación, se podrían obtener bajos resultados al no mostrarse una vigorosidad en las semillas que permitan un crecimiento óptimo en las plántulas.

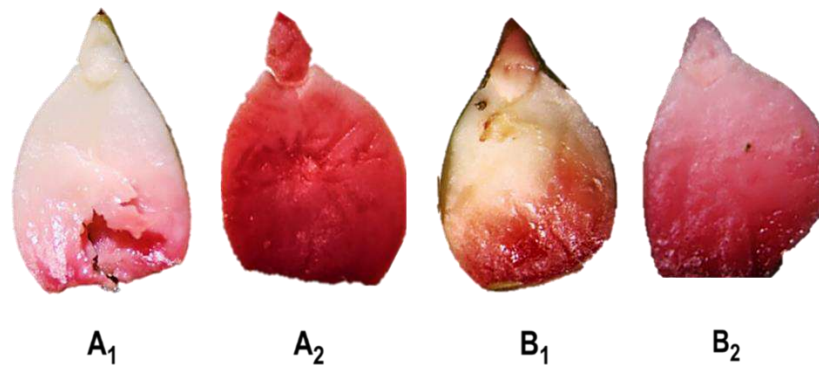


Figura 2. Semillas de *I. sonorae* después de la prueba de Tetrazolio (A₁: 0.5/24h; A₂:1.0/24h; B₁:0.5/48h; B₂:1.0/48h)

Tabla 1. Porcentaje de viabilidad de <i>I. sonorae</i>			
Tiempo (h)	Semillas utilizadas	Tratamiento (%)	Viabilidad (%)
24	10	0.5	57.5010 ± 14.9353 a
	10	1.0	63.3340 ± 26.4109 a
48	10	0.5	57.8330 ± 21.0690 a
	10	1.0	61.3340 ± 18.9354 a

Medias con consonantes iguales indican la nula presencia de diferencias significativas $P < 0.05$.

Los resultados muestran que la solución al 1.0% produjo una mayor tinción en las semillas en ambos tiempos de incubación (63.33% a las 24 horas y 61.22% a las 48 horas); en la literatura se han reportado valores menores a los obtenidos en la presente investigación, con un 58.3% de viabilidad en semillas de *I. sonorae*, esto coincide con los valores reportados para especies endémicas del desierto (López-Márquez, 2017). Las semillas en las concentraciones de 0.5% (24 y 48 horas) mostraron una coloración rojiza tenue y parcial, indicando que existe la presencia de áreas con tejidos muertos o disminución en la actividad respiratoria, esto por el deterioro de las semillas o mal desarrollo morfológico (Pérez-García & Pita-Villamil, 2016). Como también el inadecuado almacenamiento de las semillas con respecto a la temperatura y humedad relativa.



En algunas semillas se observó tinción en el endospermo y nula coloración en el embrión, por lo que, el embrión no podrá desarrollarse por la muerte de los tejidos a pesar de tener los materiales de reserva necesarios para la germinación. En cuanto al bajo número de semillas con nula coloración, es causado por la ausencia de enzimas activas en los tejidos del embrión, inhibiendo su germinación (Álvarez-Cisneros *et al.*, 2019). Cabe destacar que, la calidad de las semillas disminuye conforme al paso del tiempo, al igual que dependerá de las condiciones ambientales, edad, contenido de humedad y condiciones de almacenamiento, al igual que la presencia de fitopatógenos que afecten el desarrollo de las semillas (Manjarrez-Juárez *et al.*, 2017).

Por lo tanto, los porcentajes de la viabilidad de *I. sonorae* obtenidos en esta investigación difieren con los reportados en otras investigaciones de especies pertenecientes a la familia Cucurbitaceae, tal es el caso de la evaluación realizada a los porcentajes de viabilidad por medio de la prueba de Tetrazolio en semillas de *Cucumis melo*, los cuales mostraron rangos del 90 al 100% (Arias-Niebla, 2021). Por lo que, en especies silvestres como *I. sonorae* que son plantas perenes y se encuentran en hábitat silvestres con temperaturas propias del sitio y baja humedad edafológica, a comparación de las especies domesticadas como *Cucumis melo*, por lo tanto, se atribuye que las semillas de *I. sonorae* presentaran una menor viabilidad debido a la presencia de altas temperaturas, baja disponibilidad de agua y nutrientes, así como altos niveles de humedad que afecten al desarrollo y crecimiento de frutos y semillas.

CONCLUSIONES

El wereke (*I. sonorae*) presenta una tasa de viabilidad del 57 al 63%, determinado por la prueba de Tetrazolio a diferentes concentraciones y tiempos de incubación, obteniendo un mayor porcentaje de viabilidad en la concentración 1.0% en 24 horas, mientras que, en el resto de las semillas, con la concentración 0.5% se presentó una coloración roja tenue y parcial. Se recomienda realizar estudios para determinar el porcentaje de germinación a diferentes tiempos de almacenamiento y distintas pruebas para evaluar la calidad de la semilla para corroborar los resultados obtenidos acerca de la viabilidad en *I. sonorae*.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al C. Agustín Hurtado Aguayo por las atenciones brindadas, por la colecta del material vegetal en el rancho Las Cruces, en Hermosillo, Sonora, México.



LITERATURA CITADA

ÁLVAREZ-CISNEROS O, Pérez-Reyes CM, Bonilla-Vichot M. 2019. Evaluación de la viabilidad en semillas de *Pinus* tropicales Morelet con diferente tiempo de almacenamiento. *Revista Avances*. 22(1):97-109. ISSN 1562-3297. <https://www.redalyc.org/journal/6378/637869115007/html/>

ÁLVAREZ-MARTÍNEZ A, Mc Caughey-Espinoza D, Magaña-Barajas E, Buitimea-Cantúa N, Morales-Romero D, Cota-Arriola O. 2023. Viabilidad de la semilla de *Ipomoea arborescens* (Hump. & Bonpl. ex Wild) G. Don. *Abanico Agroforestal*. 5:1-9. ISSN 2594-1992. <http://dx.doi.org/10.37114/abaagrof/2023.3>

ARIAS-NIEBLA JC. 2021. Evaluación de la viabilidad de semillas en seis variedades de melon (*Cucumis melo* L.) mediante pruebas de tetrazolio [Tesis de Licenciatura]. Universidad Técnica de Machala UTMACH. Ecuador. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/17460/1/TTUACA-2021-IA-DE00042.pdf>

ISTA (International Seed Testing Association). 2016. International rules for seed testing. Zurich, Switzerland. *Seed Science & Technology*. 2016. ISSN: 2310-3655. https://www.merconet.eu/files/Seed_Sampling_I_S_T_A.pdf

JMP (Statistical Discovery LLC). 2022. Discovering JMP® 17. Cary, NC: JMP Statistical Discovery LLC. https://www.jmp.com/es_mx/support/system-requirements.html

LÓPEZ-MÁRQUEZ N. 2017. Caracterización molecular y respuestas *in vitro* de *Ibervillea sonora* S. Wats (Greene) (Cucurbitaceae) [Tesis de Maestría]. Universidad Autónoma Chapingo. México. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/188b4355-b672-4e3f-afeb-44ccd936c2c4/content>

MANJARREZ-JUÁREZ FJ, Díaz-Huacuz R, Carballo-Carballo A, Estrada-Gómez A, Vaquera-Huerta H, Acosta-Gallegos JA, Gámez-Vázquez AJ. 2017. Efecto del tiempo de almacenamiento sobre la calidad de semilla de canola. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 8(4): 933-948. ISSN: 2007-0934. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i4.18>

MC CAUGHEY-ESPINOZA DM, Buitimea-Cantúa GV, Buitimea-Cantúa NE, Ayala-Astorga GI, Ochoa-Meza A. 2020. Physicochemical properties and yield of chiltepin fruits (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum* D.) cultivated under different growth conditions. *Idesia (Arica)*. 38(3):77-86. ISSN 0718-3429. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292020000300077>



MC CAUGHEY-ESPINOZA DM, Ayala-Astorga GI, Burboa-Zazueta MG, Retes-López R, Ochoa-Meza A. 2018. Uso de plantas nativas para la rehabilitación de canteras en Sonora. *Idesia (Arica)*. 36(4):17-24. ISSN 0718-3429. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005002401>

MORALES DM, Siles S. 2013. Identificación de los principales componentes de la raíz de wereque, extraíbles en medio acuoso, por GC-MS. *Avances en Ciencias e Ingeniería*. 4(2):15-21. ISSN: 0718-8706. <https://www.redalyc.org/pdf/3236/323627690002.pdf>

PÉREZ-GARCÍA F, Pita-Villamil JM. 2016. Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas. Hojas divulgadoras No. 2112. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. Pp. 16. ISBN: 84491-0503-X. <https://www.coiaclc.es/wp-content/uploads/2016/05/Viabilidad.pdf>

SAGARPA (Secretaría de Ganadería Agricultura, Rural, Pesca y Alimentación). 2010. Diagnóstico Sectorial Agropecuario, Pesquero y Recursos Naturales del Estado de Sonora. México. Pp. 52. http://smye.info/pagina/documentos/sistemas/eval2014/resultados2014/PDF2/SON/Disgnostico_20_octubre_2010.pdf

SALAZAR-MERCADO SA, Botello-Delgado EA. 2019. Pre-treatments effect on the tetrazolium test on *Epidendrum barbaricum* Hágsater & Dodson seeds. *Revista Acta Agronomica*. 68: 306-311. <https://doi.org/10.15446/acag.v68n4.7961>

SALAZAR-MERCADO SA, Cancino GO. 2012. Evaluación del efecto de dos suplementos orgánicos en la germinación *in vitro* de orquídeas nativas de la provincia de Pamplona Colombia. *Revista Colombiana de Biotecnología*. 14(1): 53-59. ISSN 0123-3475. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/31703/32917>

ZAYNAB M, Kanwal S, Furqan M, Islam W, Noman A, Mohamed-Ali G, Rehman N, Zafar S, Sughra K, Jahanzab M. 2017. Enfoque proteómico para abordar la baja germinación de semillas en *Cyclobalnopsis gilva*. *Biotechnol Lett*. 39:1441–1451. <https://doi.org/10.1007/s10529-017-2393-3>

[Errata, Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-agroforestal/errata>



Abanico Agroforestal. Enero-Diciembre 2024; 6:1-22. <http://dx.doi.org/10.37114/abaagrof/2024.3>
Artículo original. Recibido: 20/05/2023. Aceptado: 18/12/2023. Publicado: 26/01/2024. Clave: e2023-15
https://www.youtube.com/watch?v=_HLTdisYEnI

Contaminación por microplásticos en peces marinos de importancia comercial del Norte de Sinaloa, México

Contamination by microplastics in commercially important marine fish from the north of Sinaloa, Mexico



Román-Vega Martín^{*1} , Martínez-Álvarez Iván¹ , Ahumada-Cervantes Ramiro¹ ,
Portillo-Molina Raul¹ , Apún-Molina Juan² , Zavala-Norzagaray Alan² ,
Santamaría-Miranda Apolinar^{** 2} 

¹Universidad Autónoma de Occidente. Departamento Ciencias Naturales y Exactas, Departamento de Administración Financiera, Unidad Regional Guasave, Sinaloa, México. ²Instituto Politécnico Nacional, Laboratorio de reproducción de peces, Departamento de Acuicultura, Centro Interdisciplinario de Investigación Para el Desarrollo Integral de la Región, Guasave, Sinaloa, México. *Autor responsable: Román-Vega Martín. **Autor de correspondencia: Santamaría-Miranda Apolinar: Laboratorio de reproducción de peces, Departamento de Acuicultura, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral de la Región (CIIDIR-IPN), Guasave, Sinaloa, México. Bulevar Juan de Dios Bátiz Paredes #250, Col. San Joaquín, Guasave, Sinaloa, México. E-mail: mtnroman@gmail.com, ivan.martinez@uadeo.mx, ramiro.ahumada@uadeo.mx, raul.portillo@uadeo.mx, japun@ipn.mx, anorzaga@ipn.mx, asantama@ipn.mx

RESUMEN

La presencia de microplásticos en el planeta se ha convertido en una gran amenaza para los ecosistemas marinos y los organismos que los habitan. Este problema cubre un amplio grupo de animales, como los peces marinos, e incluye peces comercialmente importantes. El presente estudio se realizó desde octubre de 2018 hasta julio de 2019, lo anterior, con la intención de completar un ciclo estacional. El objetivo de este trabajo fue conocer los principales tipos de microplásticos ingeridos por seis de las especies de peces comerciales más importantes para la zona noroeste de México (*Centropomus viridis*, *Cynoscion othonopterus*, *Pomadasys macracanthus*, *Diapterus peruvianus*, *Lutjanus* sp, y *Scomberomorus sierra*) en los sistemas lagunares e insulares de Navachiste y Ohuira, Sinaloa, México. Se capturaron y analizaron los estómagos de 556 individuos bajo la técnica de microscopía estereoscópica. Los resultados mostraron que cuatro de las seis especies analizadas estaban contaminadas por microplásticos, encontrándose cinco tipos diferentes de partículas correspondientes al grupo de los microplásticos, [Nylon (99), > poliuretano (42), > polietileno (14), > tereftalato de polietileno (6), > fibras de poliéster (2)]. Este es el primer estudio que reporta contaminación por microplásticos en estas especies en el norte de Sinaloa, México.

Palabras clave: microplásticos, peces marinos, estómagos, norte de Sinaloa.

ABSTRACT

The presence of microplastics on the planet has become a major threat to marine ecosystems and the organisms that inhabit them. This problem covers a wide group of animals, such as marine fish, and includes commercially important fish. The present study was carried out from October 2018 to July 2019, the above, with the intention of completing a seasonal cycle. The objective of this work was to know the main types of microplastics ingested by six of the most important commercial fish species for the northwestern zone of Mexico (*Centropomus viridis*, *Cynoscion othonopterus*, *Pomadasys macracanthus*, *Diapterus peruvianus*, *Lutjanus* sp and *Scomberomorus sierra*), in the lagoon and insular systems of Navachiste and Ohuira,



Sinaloa, Mexico, 556 stomachs of fishes were examined and analyzed under the technique of stereoscopic microscopy. The results showed that four of the six species analyzed were contaminated by microplastics, finding five different types of particles corresponding to the group of microplastics, [Nylon (99), > Polyurethane (42), > polyethylene (14), > Polyethylene Terephthalate (6), > polyester fibers (2)]. This is the first study that reports contamination by microplastics in these species within the north of Sinaloa, Mexico.

Keywords: microplastics, marine fishes, stomachs, North of Sinaloa.

INTRODUCCIÓN

La producción mundial de plásticos, en el año 2021 tuvo un incremento del 4 %, llegando a superar los 390 millones de toneladas, lo cual pone en evidencia que aún existe una fuerte demanda de estos materiales a una escala global lo que demuestra la fuerte y continua demanda de plásticos ([PlasticEurope, 2022](#)), esto sin incluir las fibras sintéticas, que para el año 2015 representaron la cantidad de 61 millones de toneladas ([Lusher et al., 2017](#)). Se calcula que alrededor del 10 % de los 230 millones de toneladas (en peso) de plástico que se producen cada año en el mundo acaban en los océanos ([PlasticEurope, 2012](#)). Esto ha provocado que actualmente este tipo de contaminación se reconozca como una gran amenaza para la vida marina, debido a su capacidad de afectar a las especies presentes en dicho ambiente por eventos relacionados con la ingesta accidental ([Derraik, 2002](#)).

Los plásticos que llegan al medio marino, son una amenaza ambiental latente ([Moore, 2008](#)). Además, es importante señalar que el problema de la contaminación por plásticos no se limita a la entrada inicial de estos materiales a los ecosistemas marinos, ya que una vez que estos objetos llegan al mar, se mantienen expuestos distintos procesos físicos, tales como el roce constante con la arena que se mueve con el viento y el oleaje, así como procesos químicos, como es el caso de la exposición a la radiación solar provocando así que, poco a poco, macro objetos plásticos se fragmenten en pedazos cada vez más pequeños ([Thompson et al., 2004](#); [Zhao et al., 2015](#)), formando los denominados microplásticos, los cuales se definen como partículas plásticas con un tamaño < 5 mm. de diámetro ([Carpenter et al., 1972](#)). Además de este proceso, existe un aporte extra de microplásticos que originalmente son de tamaño pequeño, tales como los pellets plásticos, o pequeñas esferas de plástico que son usadas como materia prima para la fabricación de diversos objetos, tales como exfoliantes, abrasivos de cremas dentales, maquillajes, etc. ([Cole et al., 2011](#)). De esta manera, la contaminación por microplásticos se ha convertido en una forma de contaminación ambiental que ha recibido una atención considerable en los últimos años debido a su amplia distribución y sus posibles efectos adversos en los ecosistemas acuáticos ([Royer et al., 2018](#)). Estos pueden poseer formas regulares o irregulares y son insolubles en agua ([Frias & Nash, 2019](#)).

Se ha documentado que la biota marina presenta ingesta de microplásticos, esto, a distintos niveles tróficos, que van desde los eslabones primarios como el zooplancton,



hasta grandes mamíferos como los cetáceos, lo cual se convierte en una amenaza para las especies, debido a que estos elementos pueden llegar a bloquear el paso de los alimentos, reducir la ingesta y asimilación de nutrientes, lo que puede llegar a conducir a procesos de inanición, desnutrición y, hasta la muerte (Derraik, 2002; Gregory, 2009). Los peces han mostrado susceptibilidad ante la ingesta de microplásticos en los océanos debido a su sistema de branquias, el cual funciona como una especie de filtro que propicia retención involuntaria de estas partículas (Kara, 2014; Li *et al.*, 2016).

De acuerdo con el Anuario Estadístico de Pesca para el año 2017 del total de los recursos pesqueros mexicanos, el litoral del Pacífico norte contribuye con alrededor del 76 % del total de las capturas (SAGARPA, 2017). En el norte de Sinaloa, el principal recurso pesquero es el camarón, el cual, debido a los cierres y aperturas de veda, es capturado durante el periodo de septiembre-marzo, respectivamente (CONAPESCA, 2022). Sin embargo, a la par se desarrolla la captura de diversos productos de escama, entre los que destacan el robalo, la corvina, el pargo, la sierra, mojarra plateada, roncacho, botete, lisa, entre otros (SAGARPA, 2017).

El objetivo del presente estudio fue llevar a cabo un análisis de los contenidos gastrointestinales de las principales especies de peces de importancia comercial en el norte de Sinaloa, con la finalidad de conocer si alguna especie de dicho grupo presenta algún tipo de contaminación por microplásticos por ingesta. Es importante enfatizar que se consideran las principales especies objetivo de pesca para la zona (SAGARPA, 2017), ya que son las mismas que se distribuyen para consumo humano local (tabla 1). Sin embargo, a pesar de la importancia económica que estas especies representan, aún no se cuenta con información reportada acerca de la relación existente entre la contaminación por plásticos con dicho grupo de peces.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron los estómagos de 556 organismos, distribuidos en 6 especies distintas. La cantidad de individuos analizado por especie fue la siguiente: Robalo (43), Corvina (52), Roncacho (137), Mojarra plateada (202), Pargo (69) y Sierra (53). Los organismos fueron clasificados de acuerdo a sus hábitos alimenticios, describiéndolos como; peces carnívoros, los cuales generalmente muestran la característica de ser depredadores de especies de menor tamaño, como pequeños crustáceos y moluscos. En segunda instancia, se identificaron peces de hábitos detritívoros y/u omnívoros, los cuales se alimentan de materia orgánica en descomposición, y que tienen un espectro alimenticio más variado que las especies carnívoras, pudiendo balancear su dieta entre otras especies de animales, carroña o vegetales. Asimismo, para cada especie se describe la distribución en la columna de agua, catalogando a los organismos como peces demersales a aquellos que viven cerca del fondo de las zonas litoral, eulitoral y plataforma continental, llegando hasta profundidades de más o menos 500 metros.



Las especies seleccionadas, son especies de importancia comercial para el norte de Sinaloa, las cuales se describen en la siguiente tabla 1.

Tabla 1. Volumen de producción pesquera por especie, peso vivo, en el estado de Sinaloa (toneladas métricas)

Especie común)	(nombre	Nombre científico	Producción pesquera por año (capturas)			
			2014	2015	2016	2017
Corvina		<i>Cynoscion othonopterus</i>	1,342	1,196	1,693	1,200
Mojarra plateada		<i>Diapterus peruvianus</i>	11,114	12,178	17,174	11,906
Pargo		<i>Lutjanus sp</i>	1,010	1,354	1,818	1,399
Robalo		<i>Centropomus viridis</i>	505	349	570	371
Roncacho		<i>Pomadasys macracanthus</i>	323	226	275	172
Sierra		<i>Scomberomorus sierra</i>	2,170	2,154	2,054	2,173
TOTAL			18,478	19,472	25,600	19,238

Fuente: [\(Conapesca, 2017\)](#)

El área de estudio se encuentra ubicada dentro de los Sistemas lagunares San Ignacio-Navachiste-Macapule y Topolobampo-Ohuira, ambos considerados como sitios RAMSAR, con número 1826 y 2025, respectivamente.

El complejo Lagunar de San Ignacio-Navachiste-Macapule se sitúa en el norte del estado de Sinaloa entre los 25°15' y 25°35' de latitud Norte y los 108°30' y 109°03' de longitud oeste (figura 1), y cuenta con un área aproximada de 280 km². Mientras que el sistema lagunar Topolobampo-Ohuira-Santa María está compuesto por tres cuerpos costeros localizados en el noroeste del estado de Sinaloa ([Escobedo-Uriás, 2010](#)).

Métodos y Técnicas de captura en campo

Con la finalidad de trabajar durante las cuatro estaciones del año, se realizaron cuatro muestreos durante un ciclo anual, iniciando en el mes de noviembre (otoño) del año 2018, y culminando en el mes de agosto del 2019 (verano). Los puntos de muestreo fueron seleccionados tomando en consideración referencias personales de pescadores de los principales campos pesqueros de los sistemas lagunares previamente mencionados.

Debido a variables multifactoriales [ajenas a nuestro control] que influyen en la pesca (viento, estación del año, marea, dinámica de corrientes, etc.,) el número de organismos capturados no estuvo bajo control en ningún muestreo, por lo que se obtuvieron tamaños



de muestras distintas para cada especie (tabla 2). La pesca se enfocó en seis especies ampliamente utilizadas para consumo humano en la zona norte del estado de Sinaloa (véase tabla 1). Los peces fueron capturados mediante el uso de “atarraya” en las zonas con profundidades (< 15 m) y se empleó el uso de “chinchorro” y caña de pesca para el caso de las zonas más profundas (> 16 m).

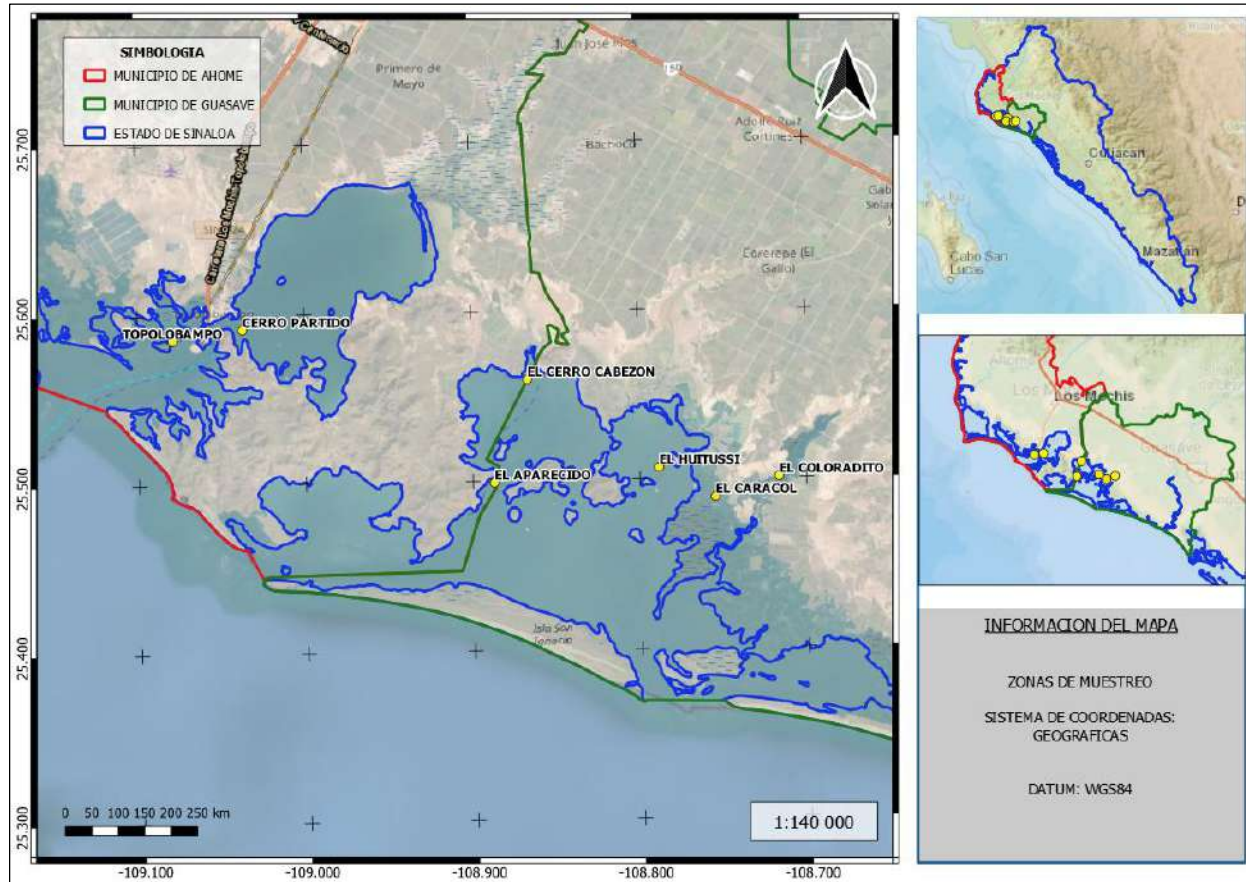


Figura 1. Área de estudio y puntos de toma de muestras

Se verificó que los peces capturados no se encontraran bajo algún estatus de protección especial, o riesgo de amenaza (NOM-059-SEMARNAT-2010), asimismo se constató que durante las fechas de captura no hubiera establecimiento de vedas para cada una de las especies con las que se estuvo trabajando en la presente investigación. Una vez que los organismos fueron capturados, estos fueron colocados en agua con hielo, para disminuir su metabolismo lentamente, hasta llegar a la fase de aletargamiento y, lograr de esta manera que los individuos muestreados recibieran el manejo más sensible que fuera posible. Es importante mencionar que el agua utilizada fue tomada del mismo sistema marino. Posteriormente los peces fueron trasladados al departamento de acuacultura en las instalaciones del Instituto Politécnico Nacional- CIIDIR Sinaloa, donde a través de la



colaboración del personal del laboratorio de reproducción de peces, se procedió a examinar el contenido gastrointestinal de los peces analizados.

Procesamiento de la muestra en laboratorio

Después de cada muestreo, el total de la muestra fue separado por especies. Este paso se logró mediante previa identificación, ([Robertson & Allen, 2015](#); [Bussing & López, 2011](#); [Fischer et al., 1995](#)). Posteriormente se llevó a cabo la captura de los datos morfológicos básicos correspondientes para cada individuo, tales como; Longitud total (cm) con un ictiómetro convencional, peso total, peso sin vísceras y peso estomacal, con una balanza gramera marca *Ohaus*®. Las muestras fueron preservadas en congelación a -20 °C, para posteriormente ser procesadas ante el análisis correspondiente.

Los peces y tractos digestivos fueron descongelados a temperatura ambiente antes de la observación. Para evitar la contaminación, las superficies de trabajo se limpiaron minuciosamente, asimismo se efectuó un lavado de las manos con agua corriente y jabón, para evitar que posibles partículas de plástico contaminaran las muestras. Se usaron guantes de nitrilo para la disección y manipulación de los peces y para la extracción de los tractos digestivos. Asimismo, el material de disección se limpió entre muestra y muestra. En todo momento se evitó en la medida de lo posible el uso de material plástico.

Los estómagos de los peces fueron inspeccionados y colocados inmediatamente en papel aluminio. Dependiendo de la fragilidad de los tractos digestivos, se realizó el siguiente procedimiento: Cuando el tejido estomacal mostraba ser resistente, se aplicaron lavados con agua destilada [Sánchez \(2018\)](#). Después se aplicó digestión con peróxido de hidrogeno (H_2O_2) al 30 % durante 48 horas, lo anterior con la finalidad de llevar a cabo una desintegración de tejido orgánico. En contraste, cuando el tejido presentó textura frágil (caso observado en los peces de menor tamaño), se le aplicó digestión directamente con H_2O_2 al 30%, omitiendo el lavado con agua, con el objetivo de mantener manejable la muestra al momento de la observación. Una vez concluida la digestión en ácido, se hizo una filtración para eliminar los restos de agua oxigenada. Posteriormente, al material restante se le aplicó una solución de Cloruro de Zinc ($ZnCl_2$) al 97 %. El cloruro de zinc les confiere flotabilidad a algunos elementos plásticos, dejándolos suspendidos en la superficie de la muestra digerida, lo que permite rescatar una mayor cantidad de estos elementos dentro de la muestra analizada. Los elementos plásticos fueron rescatados mediante un proceso de filtración.

Cada estomago se observó detalladamente. Los elementos ingeridos que no presentaron relación con microplásticos (granos de arena, escamas, gastrolitos, etc.) fueron retirados con el uso de pinzas previamente lavadas. Después de la inspección, los restos fueron filtrados en hojas de papel filtro Whatman número 40, con diámetro de 90 mm, y una vez



filtrados se secaron en un horno de la marca Yamato modelo IC403CW®, a una temperatura de 50 °C por 24 horas, siguiendo el método adaptado por [Sánchez \(2018\)](#). Es importante señalar que, en el presente estudio no se preseleccionó algún grupo de microplásticos en particular, por lo que el punto de partida involucró a cualquier elemento y/o tipo de plástico que cumpliera con los requisitos para ser considerado parte del grupo de los microplásticos ([Carpenter et al., 1972](#)).

Una vez que los filtros se secaron, los microplásticos fueron observados con un microscopio digital marca Leica® modelo DM4000 con capacidad de aumento de 10x a 150 x y una cámara Leica® modelo DFC450 C de 5 megapíxeles acoplada a dicho microscopio. Los microplásticos encontrados fueron fotografiados y medidos de manera longitudinal.

Para la identificación de microplásticos, se empleó una combinación de técnicas de separación por filtración y por densidad adaptadas por [Barbosa \(2020\)](#)., en donde la pretensión principal fue separar los microplásticos de las muestras mediante técnicas básicas, para posteriormente aplicar una técnica de mayor precisión, siendo la técnica de estereoscopía de fluorescencia, la cual es una técnica adaptada de la espectroscopía de fluorescencia descrita a detalle por [Fu et al., \(2020\)](#), la cual se basa en la reacción de los componentes plásticos ante diferentes firmas espectrales.

Análisis de datos

Debido a que el objetivo principal de esta investigación se centra en una descripción generalizada de los tipos de plásticos que se pudieran encontrar en el grupo de peces seleccionado, no se aplicó un análisis estadístico, sino, un procedimiento descriptivo que incluye porcentajes de contaminación por microplásticos a nivel inespecífico, a nivel de población y, rangos de tamaño por cada tipo de microplásticos encontrados, así como las principales características encontradas en cada uno de los microplásticos documentados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las seis especies estudiadas, solo cuatro mostraron contaminación por microplásticos, siendo la corvina y la mojarra plateada las que encabezan el mayor porcentaje de contaminación, ambas especies con un 13 % de individuos contaminados a nivel interespecífico. En segunda instancia, se observó que el roncacho presentó una incidencia del 12 %, posicionándose como la segunda especie más contaminada y el robalo fue la especie con menor índice de contaminación por microplásticos, con un 9% de individuos contaminados para este grupo de peces.

En contraste con las especies anteriores, el pargo y la sierra fueron las únicas dos que no presentaron ningún tipo de contaminante en sus tractos digestivos.

Los resultados se muestran a continuación en la tabla 2.



Tabla 2. Organismos muestreados, contaminados y porcentaje de contaminación por especie

Especie	Organismos Muestreados	Organismos Contaminados *	Contaminación Por Especie (%)	Porcentaje De La Muestra Total **
Robalo	43	4	9.3	0.72
Corvina	52	7	13.46	1.25
Roncacho	137	17	12.4	3.05
Mojarra Plateada	202	27	13.36	4.85
Pargo	69	0	0	0.00
Sierra	53	0	0	0.00
Total	556	55	- -	9.89

Nota: *El porcentaje de organismos contaminados se obtuvo dividiendo el número de organismos contaminados/entre el número de organismos muestreados x 100.
 **Los valores del porcentaje de la muestra total, se obtuvo dividiendo el número de organismos contaminados de una especie / el tamaño total de la muestra x 100.

Robalo plateado (*C. viridis*)

De 43 organismos analizados, pertenecientes al grupo del robalo, 4 presentaron contaminación por plásticos, encontrando un total de 12 fragmentos de nylon (figura 2).

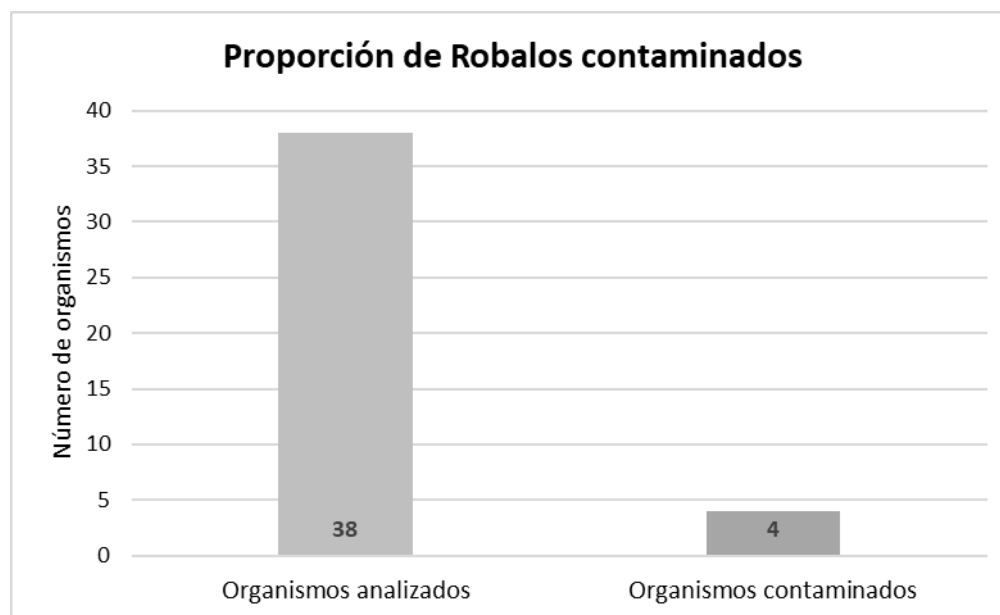


Figura 2. Organismos contaminados de la especie *C. viridis*

Los individuos contaminados, representan un 9.3 % del total de la muestra para esta especie (véase tabla 2). Los microplásticos que se lograron observar, corresponden a fragmentos de hilos que se asemejan a los utilizados en herramientas de pesca convencional para la zona (hilo de amarre de anzuelos y atarrayas-chinchorros). Los colores observados variaron desde transparente-blanco, hasta amarillo o ámbar, con tamaños que van desde 2.3 – 4.72 mm. (figuras 3 y 4).



Figura 3. Fragmento de nylon color amarillo, observado en robalo plateado *C. viridis*

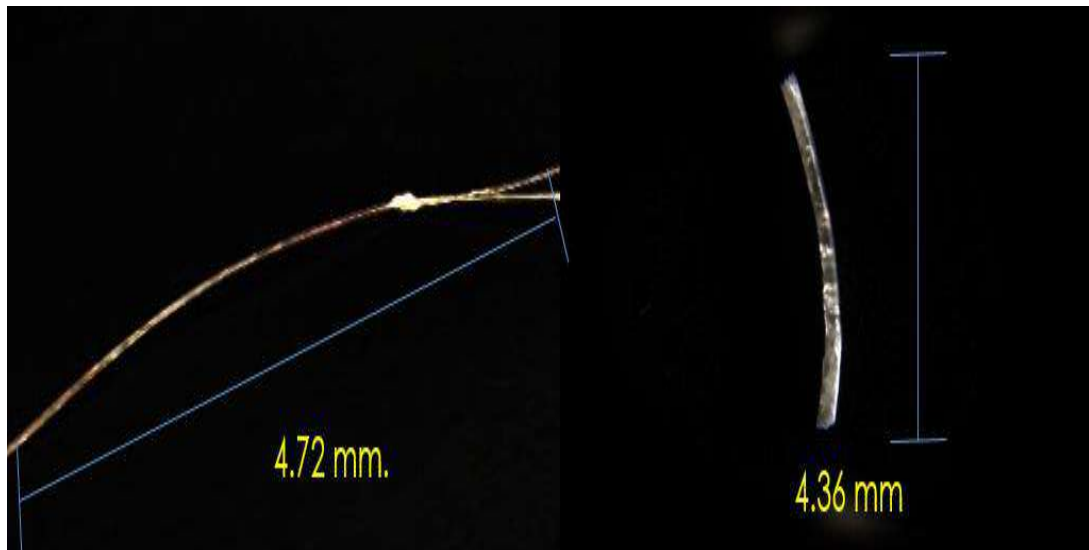


Figura 4. Fibras de nylon color blanco encontradas en robalo plateado *C. viridis*

Corvina (*C. othonopterus*)

De los 52 organismos capturados para el presente estudio, *C. othonopterus*, presentó un total de 7 individuos contaminados por microplásticos, cifra que representa un 13.46 % de contaminación interespecífica (figura 5).

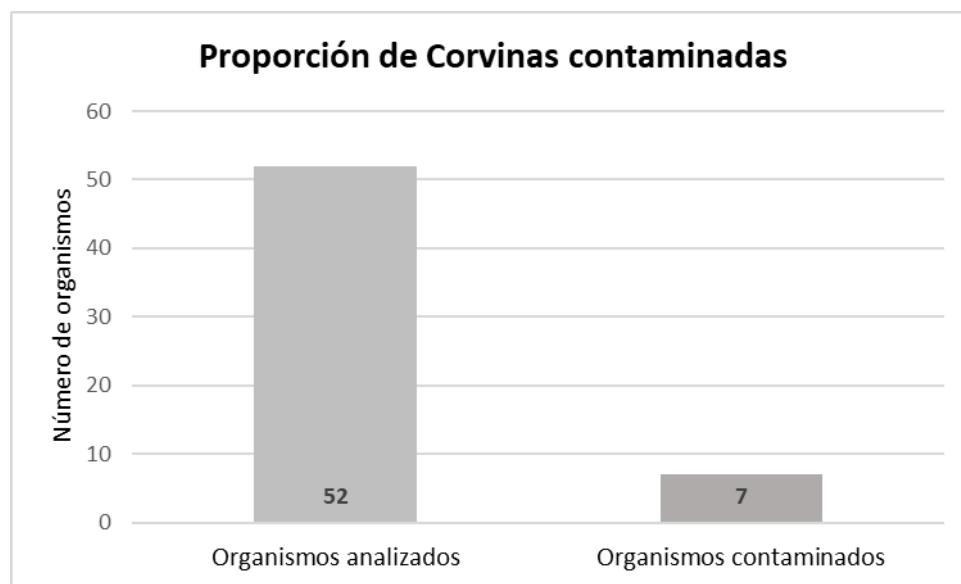


Figura 5. Organismos contaminados de la especie *C. othonopterus*

Los fragmentos que se observaron en *C. othonopterus*, corresponden a 2 fragmentos aglomerados de fibras de poliéster (figura 6), y 16 piezas de nylon, mismos que presentaron tamaños de 1.98 – 2.27 mm., (figura 7).

El color que presentaba el poliéster fue azul, mientras que el nylon, en su totalidad era de color blanco, los cuales variaron en tamaños de 3.45 – 4.21 mm.

Las fibras de poliéster encontradas, se asemejan a restos de tela, en forma de “pelusa”, las cuales presentaron mayor flotabilidad durante la técnica de adición de cloruro de zinc, con respecto al nylon encontrado en esta especie.



Figura 6. Fibras de poliéster recuperada del estómago de una corvina *C. othonopterus*

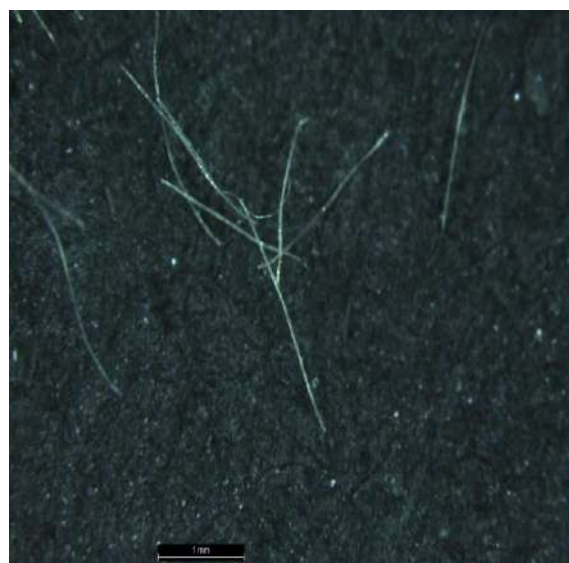


Figura 7. Fibras de nylon recuperada del estómago de una corvina *C. othonopterus*

Roncacho (*P. macracanthus*)

De 137 individuos de *P. macracanthus* estudiados en la presente investigación, 17 se mostraron contaminados por microplásticos, lo que significa que existió un índice de contaminación del 12.4 % para esta especie (figura 8).

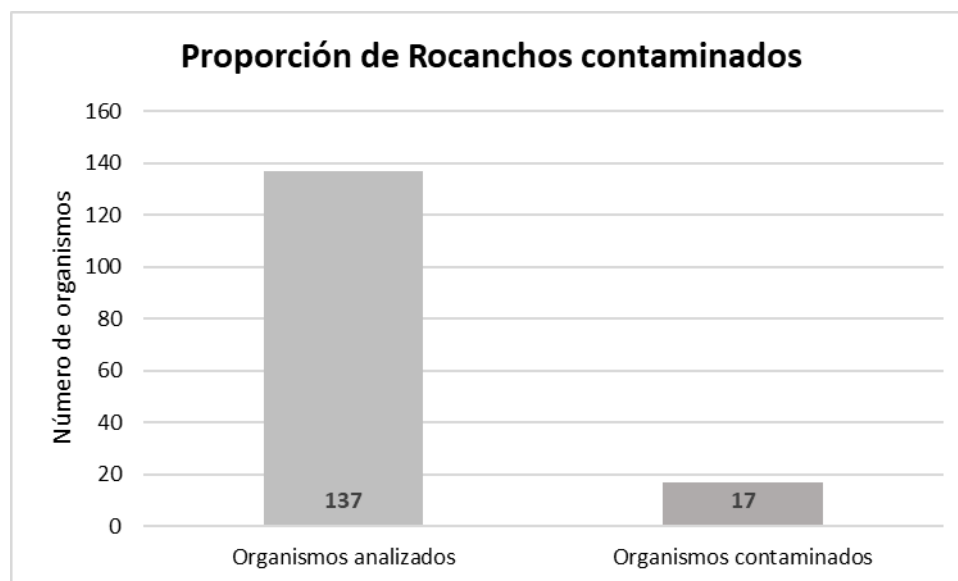


Figura 8. Organismos contaminados de la especie *P. macracanthus*

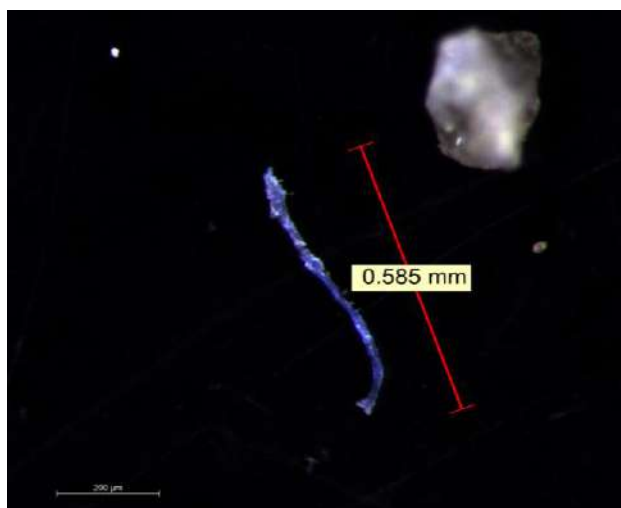


Figura 9. Fibras de nylon recuperada del estómago del Roncacho *P. macracanthus*

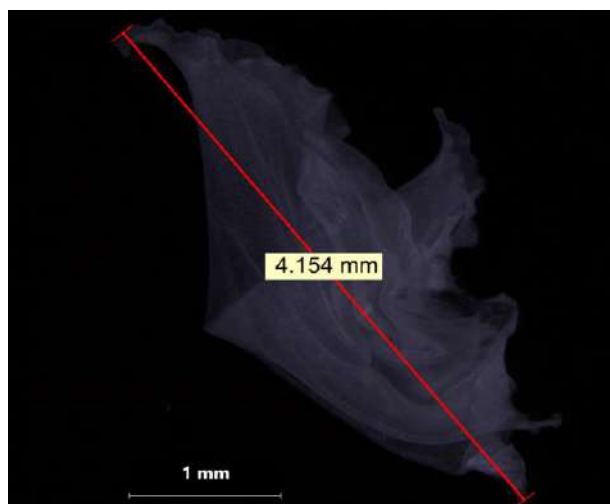


Figura 10. Fragmento de bolsa de polietileno encontrada en estomago del roncacho *P. macracanthus*

Entre los fragmentos de plástico que se encontró en el roncacho, se apreciaron fragmentos de nylon y de polietileno, estos últimos, mostraron ser trozos de bolsa plástica, aparentemente del tipo de bolsa empleada para empaque de productos de super mercado (bolsa de “camiseta”).

Los fragmentos de nylon encontrados fueron de color azul y ámbar, con tamaños que van desde 0.58 – 4.82 mm., (figura 9). Por otro lado, los trozos de polietileno, eran en su mayoría de un color que variaba entre blanco y transparente, con tamaños de entre 0.97 – 4.15 mm. (figura 10).

Mojarra plateada (*Diapterus peruvianus*)

El contenido intestinal de la especie *D. peruvianus* (Mojarra plateada), presentó 27 organismos contaminados, de un total de 202 individuos para esta especie (figura 11).

Esta cantidad representa un índice de contaminación interespecífico del 13.36 % (Véase tabla 2).

Entre los microplásticos localizados en esta especie, destaca la presencia de poliuretano, con un total de 42 fragmentos, los cuales variaron entre 0.33 – 2.58 mm., (figuras 12 y 13) y Tereftalato de polietileno (PET), con tamaños que variaron entre los 1.33 – 2.11 mm.

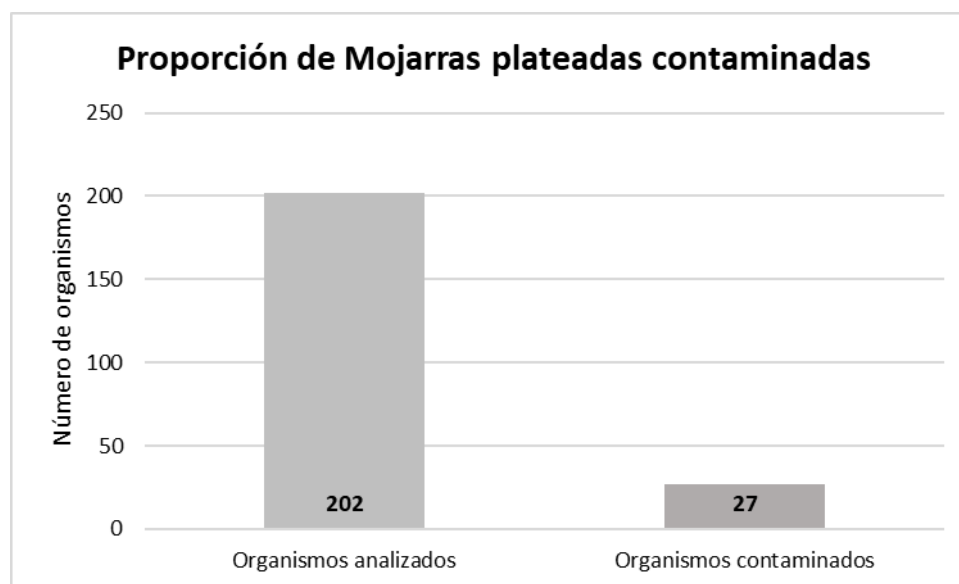


Figura 11. Organismos contaminados de la especie *D. peruvianus*

Pargo (*Lutjanus sp*)

En lo que respecta a este grupo de peces, no se encontró presencia de microplásticos (figura 14). En total se analizaron 69 organismos de esta especie, los estómagos de estos, solo mostraron presencia de pequeños crustáceos y escamas de otros peces que muy probablemente fueron presas que forman parte de su dieta.

Al digerir las muestras en la solución de peróxido de hidrógeno, estos restos fueron totalmente desintegrados.

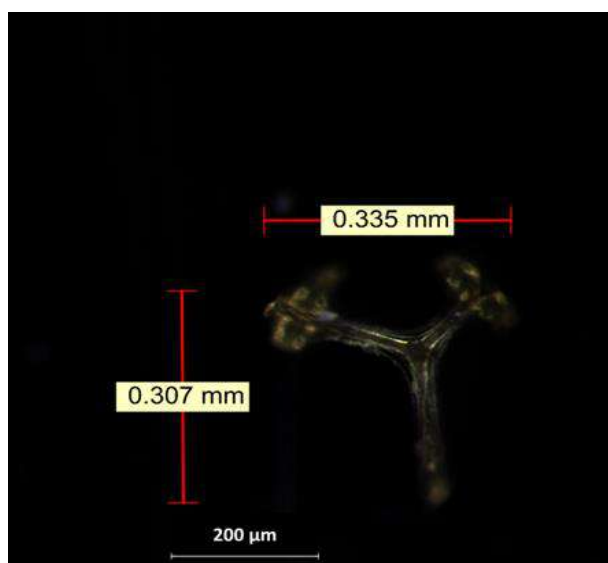


Figura 12. Celda de poliuretano fragmentado, observado en una muestra de contenido intestinal de mojarra plateada *D. peruvianus*

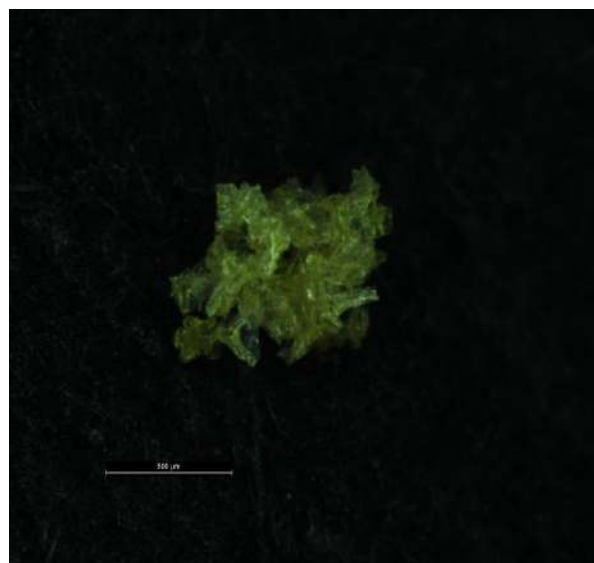


Figura 13. Aglomerado de poliuretano, observado en una muestra de contenido intestinal de mojarra plateada *D. peruvianus*

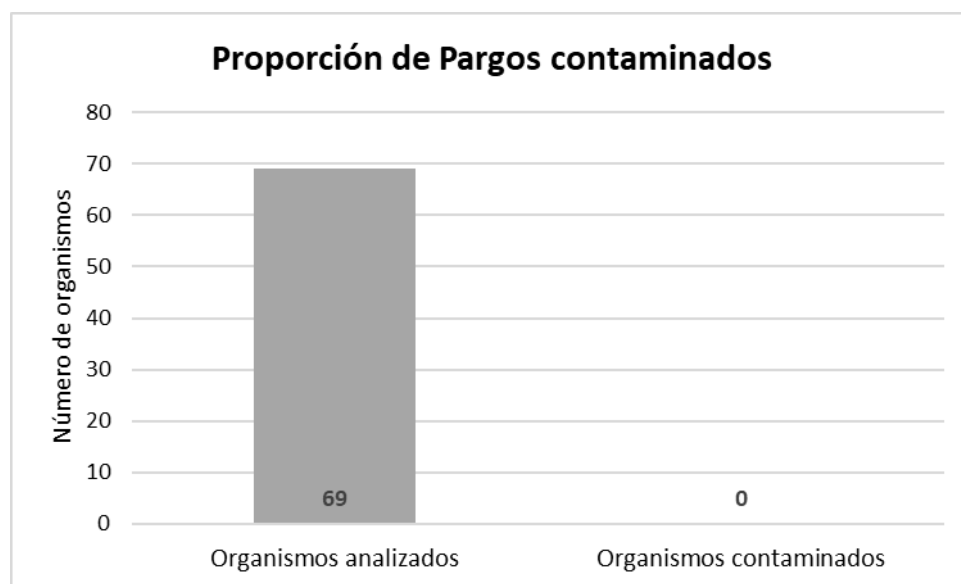


Figura 14. Organismos contaminados de la especie *Lutjanus sp*

Sierra *Scomberomorus sierra*

Al igual que en los pargos, para la especie *S. sierra*, no se encontró presencia de microplásticos en los intestinos de los individuos analizados (figura 15).

Al someter el contenido estomacal de los organismos, se mostró una digestión completa del tracto digestivo, junto con la materia que se encontraba presente en el interior, por lo que se sugiere que no había presencia de materia inorgánica dentro de estos.

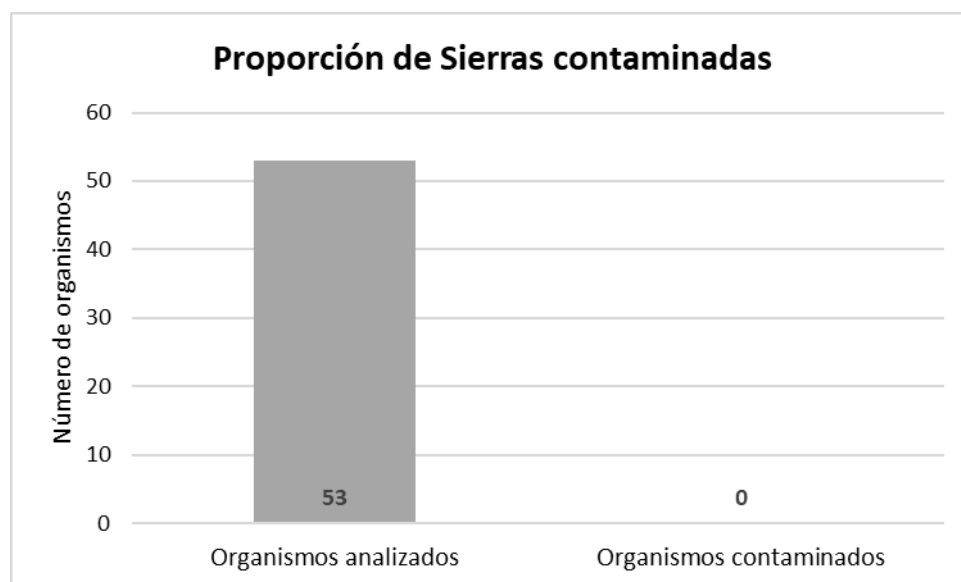
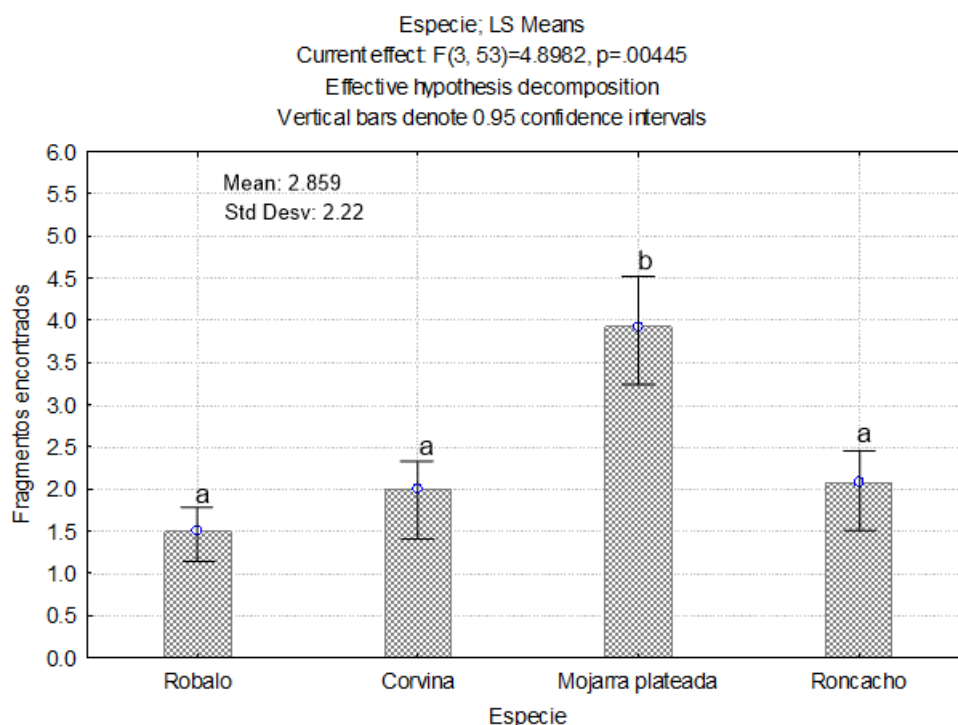


Figura 15. Organismos contaminados de la especie *S. sierra*



Al comparar los resultados de los tamaños promedio de microplásticos, en función de la especie, se encontró que, la mojarra plateada presentó un consumo de microplásticos más elevado que el resto de las especies contaminadas. La cantidad promedio de microplásticos encontrada en esta especie fue 3.92 ± 2.60 partículas plásticas por individuo. Siendo esta, la única especie que mostró diferencia significativa, en contraste con los demás peces.

En lo que respecta al roncacho, el robalo y la corvina; no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la cantidad de microplásticos encontrados en el contenido gastrointestinal de los individuos analizados, siendo el robalo el que mostró el menor índice de contaminación (1.5 ± 0.53), seguido por la corvina con (2.0 ± 1.22), y finalmente el roncacho con un promedio de (2.07 ± 1.25) microplásticos por individuo (figura 16).



Nota: Letras distintas indican diferencia estadística. Valor $P = < 0.05$.

Figura 16. Cantidad promedio de microplásticos en el grupo de especies contaminadas

Se cree que debido a que la mayoría de los microplásticos, poseen formas y tamaños similares a los sedimentos y a ciertos organismos planctónicos del medio marino, estos muestran gran biodisponibilidad para ser ingeridos por grupos de peces que se alimentan en los fondos marinos, o cerca de este estrato, ya que estos se encuentran altamente



biodisponibles al poder ser ingeridos por organismos forrajeros en el bentos, como son los que se alimentan del fondo marino, además de filtradores, detritívoros y planctívoros (Browne *et al.*, 2011; Thompson *et al.*, 2004), muchos de los cuales ocupan un nivel bajo en la cadena alimenticia (tal es el caso de *D. peruvianus*), constituyendo un medio de reingreso de plásticos precipitados en el fondo marino a eslabones tróficos compuestos por especies pelágicas y nectónicas (Katsanevakis *et al.*, 2007).

Bajo este contexto, se han generado reportes, acerca de la ingestión de plásticos por parte de organismos vertebrados (Yamashita *et al.*, 2011), reportando la existencia de impactos a nivel mundial que incluyen, abrasiones y úlceras internas y externas, bloqueos del tracto digestivo, que pueden resultar en falsa saciedad, inanición y deterioro físico, a consecuencia de esto se puede presentar problemas reproductivos, ahogamiento, disminución del sentido de alerta, para huir de los depredadores, dificultad para alimentarse, la potencial transferencia de tóxicos del medio circundante y finalmente la muerte (Gregory, 2009). Existe un riesgo potencial por microplásticos de bloquear los apéndices que ayudan a la alimentación de invertebrados marinos o introducirse en los tejidos (Derraik, 2002).

Por otro lado, algunas sustancias como los ftalatos, usados ampliamente en la manufactura de los plásticos que fueron observados en el presente estudio, son considerados cancerígenos y agentes promotores de tumores, al igual que ciertos aditivos y monómeros (Halden, 2010; Oehlmann *et al.*, 2009; Talsness *et al.*, 2009). Cuando estos elementos se encuentran presentes en el medio marino, son absorbidos con gran lentitud y concentrados en los microplásticos, ya que estos poseen mayor afinidad por este tipo de compuestos, que la del agua de mar y los sedimentos, los plásticos son entonces por así decirlos “agentes limpiadores” al retener los contaminantes químicos disueltos, debido a la gran área de superficie en relación al volumen, estos pueden llegar a estar altamente contaminados hasta alcanzar concentraciones, de seis órdenes de magnitud mayor que la del medio (Endo *et al.*, 2013).

El problema de la contaminación por microplásticos se acentúa cuando se tiene en cuenta la cadena alimenticia y la conjugación entre las sustancias químicas absorbidas del medio, junto con la acumulación de químicos añadidos a los materiales plásticos durante los procesos de manufactura, debido a que una gran porción de la comida consumida por los humanos proviene del mar, la acumulación de químicos en la fauna marina sin lugar a dudas, también tendrá un efecto sobre la salud humana (Thompson, 2015).

Es posible que algunos componentes de los microplásticos encontrados en el presente estudio pudieran encontrarse en el sistema circulatorio y en los tejidos de las especies estudiadas, debido a que ciertos componentes tienen la capacidad de atravesar los tejidos epiteliales e incluso las membranas celulares, mediante un proceso de



translocación (Setälä *et al.*, 2014; Wright *et al.*, 2013) Por ejemplo, se ha documentado que después de una exposición de 3 horas al polietileno, en el sistema digestivo los mejillones, este tiende a acumularse en el sistema lisosomal de los mismos (Von Moos *et al.*, 2012), este componente (polietileno), forma parte de un tipo de plástico (fragmento de bolsa plástica) encontrado en *P. macracanthus*, [situación que podría replicarse en estos organismos], dicha situación se manifiesta debido a que los microplásticos no pueden ser digeridos ni absorbidos, pero muestran capacidad de atravesar las membranas celulares, transportarse a través de la capa interna del epitelio intestinal hacia el sistema circulatorio y entrar en los tejidos después de la ingestión (Andrady, 2011; Browne *et al.*, 2008). Por lo tanto, los microplásticos podrían translocarse y acumularse en células y tejidos especializados, como las branquias y los intestinos (Watts *et al.*, 2014) el hígado (Romeo *et al.*, 2015), el sistema lisosomal y la hemolinfa en las células sanguíneas (Browne *et al.*, 2008) de los organismos contaminados.

Es innegable que, en un futuro cercano, la presencia de microplásticos en el ambiente marino tendrá un incremento significativo, afectando su biodisponibilidad y las probabilidades de que puedan entrar en contacto con múltiples especies de organismos, causando graves impactos sobre la base de la cadena trófica marina (Andrady, 2011).

CONCLUSIONES

La presencia de microplásticos en las especies estudiadas en la presente investigación, resulta ser un tema preocupante, debido a que las especies en las que se observó contaminación plástica, son altamente valoradas por las personas de las comunidades en las que se llevó a cabo el estudio presentado. Sin embargo, debido a la falta de información complementaria para efectos de conclusiones más precisas, se sugiere llevar a cabo estudios detallados sobre la posible movilización de los componentes que conforman a los distintos microplásticos encontrados, con la finalidad de conocer si estos son capaces de moverse más allá de los intestinos, y observar si están llegando a partes comestibles de los peces (filetes).

Gran parte de los microplásticos encontrados están relacionados con actividades pesqueras, por lo que se sugiere trabajar en conjunto con las comunidades de los pueblos pesqueros de la zona, para fortalecer las bases de conocimiento en torno a esta problemática ambiental, ya que dichos grupos sociales son pieza clave para la disminución de la problemática planteada. Asimismo, se considera necesario establecer programas de recolección de redes de pesca en las diferentes cooperativas ubicadas en el área de estudio para minimizar su abandono en áreas naturales, así como una gestión más efectiva y persistente con respecto a la basura plástica generada cerca de los cuerpos de agua marinos.



LITERATURA CITADA

ANDRADY AL. 2011. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*. 62(8):1596–1605). <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>

BARBOSA F, Adeyemi JA, Bocato MZ, Comas A, Campiglia A. 2020. A critical viewpoint on current issues, limitations, and future research needs on micro- and nanoplastic studies: From the detection to the toxicological assessment. *Environmental Research*. 182, e109089.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935119308850?via%3Dihub>

BROWNE MA, Dissanayake A, Galloway TS, Lowe DM, Thompson RC. 2008. Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L.). *Environmental Science and Technology*. 42(13):5026–5031.

https://doi.org/10.1021/ES800249A/SUPPL_FILE/ES800249A-FILE002.PDF

BROWNE MA, Crump P, Niven, SJ, Teuten E, Tonkin A, Galloway T, Thompson R. 2011. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: Sources and sinks. *Environmental Science and Technology*. 45(21): 9175–9179.

<https://doi.org/10.1021/es201811s>

BUSSING WA, Lopez MI. 2017. Demersal and Pelagic inshore fishes of the Pacific Coast of lower Central America: An illustrated guide. *Revista De Biología Tropical*. 47(2): 1–164.

<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/30499>

CARPENTER EJ. Anderson SJ, Harvey GR, Miklas HP, Peck BB. 1972. Polystyrene Spherules in Coastal Waters. *Science*. 178(4062):749–750.

<https://doi.org/10.1126/science.178.4062.749>

COLE M, Lindeque P, Halsband C, Galloway TS. 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*. 62(12): 2588–2597.

<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>

Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA). 2017. Anuario estadístico de Acuacultura y Pesca 2017. www.gob.mx/conapesca. [Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca | Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca | Gobierno | gob.mx \(www.gob.mx\)](#)



Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA). 2022. Fechas y zonas de capturas de camarón 2022-2023 en el litoral del océano Pacífico. www.gob.mx/conapesca. <https://www.gob.mx/conapesca/prensa/anuncia-agricultura-fechas-y-zonas-de-capturas-de-camaron-2022-2023-en-el-litoral-del-oceano-pacifico>

DERRAIK GB. 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: A review. *Marine Pollution Bulletin*. 44(9):842–852. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5)

ENDO S, Yuyama M, Takada H. 2013. Desorption kinetics of hydrophobic organic contaminants from marine plastic pellets. *Marine Pollution Bulletin*. 74(1):125–131. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2013.07.018>

ESCOBEDO-URÍAS DC. 2010. Diagnóstico y descripción del proceso de eutrofización en lagunas costeras del norte de Sinaloa. *Tesis Doctoral*. IPN-CICIMAR. <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/18907>

FISCHER W, Krupp F, Schneider W, Sommer C, Carpenter KE. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca: Pacífico centro-oriental. Volúmenes 1-3. FAO. [Guia FAO para la Identificacion de Especies para los Fines de la Pesca - Pacifico Centro-Oriental - Volumen I. Plantas e Invertebrados \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/235411111-Guia-FAO-para-la-Identificacion-de-Especies-para-los-Fines-de-la-Pesca-Pacifico-Centro-Oriental-Volumen-I-Plantas-e-Invertebrados)

FRIAS JP, Nash R. 2019. Microplastics: Finding a consensus on the definition. *Marine Pollution Bulletin*. 138:145–147. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2018.11.022>

FU W, Min J, Jiang W, Li Y, Zhang W. 2020. Separation, characterization and identification of microplastics and nanoplastics in the environment. *Science of The Total Environment*, 721, e137561. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896972031072X?via%3Dihub>

GREGORY MR. 2009. Environmental implications of plastic debris in marine settings-entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *The Royal Society*. <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2008.0265>

HALDEN RU. 2010. Plastics and health risks. *Annual Review of Public Health*. 31:(179–194). <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.012809.103714>



KATSANEVAKIS S, Verriopoulos G, Nicolaidou A, Thessalou M. 2007. Effect of marine litter on the benthic megafauna of coastal soft bottoms: A manipulative field experiment. *Marine Pollution Bulletin*. 54(6): 771–778.

<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.12.016>

LAVENDER K, Thompson R. 2014. Microplastics in the seas Concern is rising about widespread contamination of the marine environment by microplastics. *Science*: 345:145.

<https://doi.org/10.1126/science.1254065>

LI WC, Tse HF, Fok L. 2016. Plastic waste in the marine environment: A review of sources, occurrence and effects. *Science of The Total Environment*. 566–567:333–349.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.084>

LUSHER A, Hollman P, Mendoza J. 2017. Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. In *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 615*. <https://doi.org/978-92-5-109882-0>

MOORE CJ. 2008. Synthetic polymers in the marine environment: A rapidly increasing, long-term threat. *Environmental Research*. 108(2):131–139.

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2008.07.025>

NOM-059-SEMARNAT-2010. 2010. Norma Oficial Mexicana. SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 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, en Diario Oficial de la Federación. [NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010 | Procuraduría Federal de Protección al Ambiente | Gobierno | gob.mx \(www.gob.mx\)](#)

OEHLMANN J, Schulte-Oehlmann U, Kloas W, Jagnytsch O, Lutz I, Kusk KO, Wollenberger L, Santos EM, Paull GC, Van KJ, Tyler CR. 2009. A critical analysis of the biological impacts of plasticizers on wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 364(1526): 2047–2062.

<https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0242>

PLASTICEUROPE, 2012: Plastics e the Facts. 2012. In: *An Analysis of European Plastics production*. Demand and Waste Data for 2011.Pp. 36. [Plastics - the Facts 2012 • Plastics Europe](#)



PLASTICEUROPE, 2022: Plásticos – Situación en 2022. 2022. Demand and Waste Data for 2011.Pp. 36. [Plastics - the Facts 2012 • Plastics Europe](#)

ROBERTSON DR, Allen GR. 2015. Shorefishes of the Tropical Eastern Pacific: *online information system. Version 2.0.* [Shorefishes - Homepage \(si.edu\)](#)

ROMEO T, Pietro B, Pedà C, Consoli P, Andaloro F, Fossi, MC. 2015. First evidence of presence of plastic debris in stomach of large pelagic fish in the Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*. 95(1):358–361.

<https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2015.04.048>

ROYER SJ, Ferrón S, Wilson ST, Karl DM. 2018. Production of methane and ethylene from plastic in the environment. *PLoS ONE*. 13(8).

<https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0200574>

SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ LJ. 2018. Evaluación de la presencia de microplásticos en peces comerciales, agua y sedimento del estuario de Tecolutla, Veracruz. *Tesis de posgrado. Universidad Autónoma Metropolitana – México.*

<https://doi.org/10.24275/uami.q237hr94j>

SETÄLÄ O, Fleming-Lehtinen V, Lehtiniemi M. 2014. Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web. *Environmental Pollution*. 185:77–83.

<https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2013.10.013>

TALSNESS CE, Andrade AJ, Kuriyama, SN, Taylor JA, Saal, FS. 2009. Components of plastic: Experimental studies in animals and relevance for human health. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 364(1526):2079–2096.

<https://doi.org/10.1098/RSTB.2008.0281>

THOMPSON RC, Olsen Y, Mitchell RP. 2004. Lost at Sea: Where is all the plastic? *Science*. 304:838. <https://doi.org/10.1126/science.1094559>

THOMPSON RC. 2015. Microplastics in the marine environment: Sources, consequences and solutions. *Marine Anthropogenic Litter*. 185–200. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_7/FIGURES/6

VON N, Burkhardt-Holm P, Köhler A. 2012. Uptake and effects of microplastics on cells and tissue of the blue mussel *Mytilus edulis* L. after an experimental exposure. *Environmental Science and Technology*. 46(20):11327–11335.

https://doi.org/10.1021/ES302332W/SUPPL_FILE/ES302332W_SI_001.PDF



WATTS JR, Lewis C, Goodhead RM, Beckett SJ, Moger J, Tyler CR, Galloway TS. 2014. Uptake and retention of microplastics by the shore crab *Carcinus maenas*. *Environmental Science and Technology*. 48(15):8823–8830.

https://doi.org/10.1021/ES501090E/SUPPL_FILE/ES501090E_SI_001.ZIP

WRIGHT SL, Rowe D, Thompson RC, Galloway TS. 2013. Microplastic ingestion decreases energy reserves in marine worms. *Current Biology*. 23(23):1031–1033.

<https://doi.org/10.1016/J.CUB.2013.10.068>

YAMASHITA R, Takada H, Fukuwaka M, Watanuki Y. 2011. Physical and chemical effects of ingested plastic debris on short-tailed shearwaters, *Puffinus tenuirostris*, in the North Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin*. 62(12):2845–2849.

<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.10.008>

ZHAO S, Zhu L, Li D. 2015. Microplastic in three urban estuaries, China. *Environmental Pollution*. 206:597–604. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.08.027>

[Errata, Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-agroforestal/errata>



Abanico Agroforestal. Enero-Diciembre 2024; 6:1-8. <http://dx.doi.org/10.37114/abaagro/2024.7>
Artículo original. Recibido: 14/01/2024. Aceptado: 20/05/2024. Publicado: 17/06/2024. Clave: e2024-4
<https://www.youtube.com/watch?v=a3GVsYDELOQ>

Consumo de alimento y ganancia de peso en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con tres dietas en pellet

Feed intake and weight gain in guinea pigs (*Cavia porcellus*) fed three pellet diets



Guevara-Vázquez Fátima^{*1ID}, Flores-del-Real Wilbert^{2ID}, Ibarra-Gudiño César^{2ID},
Lepe-Aguilar Rosa^{2ID}, Carmona-Gasca Carlos^{2ID}, Peña-Parra Bladimir^{2ID}, Avila-
Ramos Fidel^{**1ID}

¹Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato-Salamanca, División Ciencias de la Vida, Programa Educativo de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Ex Hacienda El Copal km. 9; carretera Irapuato-Silao; A.P. 311; C.P. 36500; Irapuato, Guanajuato, México. ²Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Km 3.5 Carretera Compostela - Chapalilla. C.P. 63700. Nayarit, México. *Autor responsable: Guevara-Vázquez Fátima. **Autor de correspondencia: Avila-Ramos Fidel. E-mail: fdl.guevaravazquez@ugto.mx, wilbert.flores@uan.edu.mx, cesaribarra@uan.edu.mx, isela.aguilar@uan.edu.mx, carmonagasca@yahoo.com.mx, bladiuan73@gmail.com, ledifar@ugto.mx

RESUMEN

La alimentación de los cuyes representa el insumo más importante que puede ir del 63 al 90%, comercialmente no existen alimentos especializados disponibles que cumplan con los requerimientos nutricionales para esta especie, por ello se alimentan con alimento para otras especies. El objetivo de la investigación fue conocer el consumo de alimento y la ganancia de peso en cuyes alimentados con alimento diseñado para cuyes (POM), alimento para conejos (CON) y alimento para lechones (LEC). Para realizar el experimento se usaron 21 hembras de ocho meses de edad distribuidas al azar en tres tratamientos. Se evaluó la ganancia de peso (GP) y el consumo de alimento (CA) en los animales durante cuatro semanas, los datos obtenidos se analizaron con un diseño completamente al azar. El consumo de alimento promedio por día fue mayor ($P \leq 0.05$) para LEC, seguido de CON, POM presentó el menor ($P \leq 0.05$) consumo (48.25, 39.50 y 26.75 g). Los cuyes aumentaron su peso corporal a partir de la cuarta semana al recibir el tratamiento CON y LEC ($P \leq 0.05$), los que recibieron POM mostraron la menor ganancia de peso. Los resultados indican que los cuyes alimentados con dietas para lechones y conejos consumen 44 y 18% más alimento y aumentan su peso comparados con animales que reciben alimento especializado.

Palabras clave: alimento para cuye, pellet especializado para cuye, nutrición de cuyes.

ABSTRACT

Feeding guinea pigs represents the most important input which can range from 63 to 90%, commercially there are no specialized feeds available that meet the nutritional requirements for this species, so they are fed with feed for other species. The objective of the research was to determine feed intake and weight gain in guinea pigs fed with feed designed for guinea pigs (POM), rabbit feed (CON) and piglet feed (LEC). Twenty-one eight-month-old females randomly distributed in three treatments were used for the experiment. Weight gain (WG) and feed intake (FI) were evaluated in the animals for four weeks, and the data obtained were analysed in a completely randomised design. The average feed consumption per day was highest



($P \leq 0.05$) for LEC, followed by CON, POM presented the lowest ($P \leq 0.05$) consumption (48.25, 39.50 and 26.75 g). Guinea pigs gained body weight from the fourth week onwards when receiving CON and LEC treatment ($P \leq 0.05$), those receiving POM did not show the least weight gain. The results indicate that guinea pig fed with piglet and rabbit diets consume 44 and 18% more feed and gain weight compared to animals receiving specialised feed.

Keywords: Guinea pig feed, specialised pellet for guinea pigs, Guinea pig nutrition.

INTRODUCCIÓN

Los cuyes son mamíferos roedores herbívoro originarios de Sudamérica comercializados como animales de compañía en México debido a que es una especie animal dócil que se adapta fácilmente ([Guevara et al., 2014](#)). Debido a la falta de diversidad de alimentos especializados para esta especie su alimentación se basa en vegetales, henos, pastos y alfalfa fresca ([Reséndiz & Hernández, 2008](#)), también es una práctica común alimentarlos con alimento para conejos o cerdos pero sus requerimientos alimenticios son diferentes ([Reyes et al., 2018](#)). Su dieta debe contener la cantidad adecuada de fibra, al sustituir su alimento por un sustituto diseñado para otra especie es posible que tenga diferente efecto sobre su consumo y peso corporal.

El estómago de los cuyes puede degradar carbohidratos simples con facilidad pero es un animal fermentador post gástrico a través de la fermentación bacteriana que se da a nivel de su ciego ([Meza et al., 2014](#)). Por lo tanto, su dieta debe ser diferente a la dieta de los conejos o los cerdos debido a sus diferencias anatomofisiológicas entre especies, sin dejar a un lado sus requerimientos nutricionales y volúmenes de consumo. Los alimentos balanceados para su especie deben cumplir sus requerimientos, los animales deben mantener un consumo adecuado y peso sin dejar a un lado la buena salud ([León et al., 2016](#)).

Los alimentos balanceados son mezclas de proteína, energía, minerales y vitaminas formuladas para llenar los requerimientos nutricionales del animal y potencializar la producción de alimentos en el caso de animales para abasto ([Marsanasco et al., 2011](#)). En México, la oferta de alimentos balanceados para los cuyes es limitada y no existen evidencias técnicas sobre las ventajas que puedan tener los alimentos de otras especies en los cuyes. Una ventaja de los alimentos sustitutos es su presentación en pellet que aumenta su densidad y los animales desperdician menos alimento ([Reséndiz & Hernández, 2008](#); [Tarrillo et al., 2018](#)). Por lo tanto, el objetivo de la investigación fue evaluar el consumo de alimento y la ganancia de peso en cuyes alimentados con tres alimentos diferentes presentados en pellet.



MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

La investigación se realizó en una unidad de cuyes ubicada en la ciudad de León, Guanajuato, México, a 1,800 msnm, clima templado con temperatura promedio de 19.6 °C y precipitación pluvial anual de 650 mm. Los animales se cuidaron de acuerdo a los lineamientos de su especie y el experimento se autorizó por el Comité de Investigación del Laboratorio AG (OFAG12-2019).

Animales e instalaciones

Para realizar la investigación se utilizaron 21 hembras, cuye americano (*Cavia porcellus*), en tres grupos de siete hembras alojadas en un cubículo grupal de 100 cm x 100 cm con bebederos automáticos de niple. Se utilizaron cuatro comederos para 60 g de alimento por cubículo sujetos a una base que se tomaron como unidades individuales para determinar el consumo de alimento y las hembras se pesaron semanalmente para conocer su peso corporal.

La cama utilizada fue de aserrín de 5 cm de grosor y un tubo PVC de 12 cm de ancho por 30 cm de largo para evitar estrés. Los cuyes se distribuyeron aleatoriamente, cada animal se identificó y se pesaron todos los días durante el tiempo que duró el experimento, de la misma forma se pesó el alimento consumido todos los días en los cuatro comederos de cada cubículo durante las cuatro semanas que duró el experimento.

Elaboración de las dietas y el pellet

La dieta del tratamiento POM se elaboró a base de maíz y pasta de soya, la energía se fijó a 3.00 Mcal por kg de alimento con aceite de soya crudo, vitamina C 200 mg/kg de alimento sugerido por la NRC de 1995. Para elaborar el pellet se usó una máquina peletizadora con barreno 8.4 mm de entrada y 8.0 mm de salida, disco de 120 mm de longitud y 24 mm de grosor. El dado de compresión mecánica con ranura de 3.5 mm de ancho y 3.0 mm de profundidad, motor eléctrico de 3 Hp a 127 volts con transmisión de 100 kg por hora, modelo: PLM0021, NS: PLED22062016. Para la dieta LEC se adquirió alimento comercial para lechones y para la dieta CON se usó alimento comercial para conejo (Tabla 1).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos del consumo de alimento y la ganancia de peso se analizaron usando un diseño experimental completamente al azar. Los datos se corrieron con el programa estadístico SAS ([SAS, 2010](#)) y el modelo utilizado fue:



$$Y_{ij} = \mu_i + e_{ij}$$

Donde:

Y_i = Ganancia de peso, consumo de alimento.

μ_i = Media general del i-ésimo tratamiento

e_{ij} = Error experimental.

Tabla 1. Análisis calculado de la dieta por tratamiento

	Análisis calculado		
	POM ¹	LEC ²	CON ³
Energía digestible (Mcal Kg ⁻¹)	3.00	3.00	2.50
Proteína cruda	17.12	17.00	18.00
Grasa	2.25	3.0	5.0
Calcio	1.28	-	-
Fósforo disponible	0.62	-	-
Fibra	10.00	8.00	11.0

¹POM: Alimento de mantenimiento especial diseñado para cueros.

²LEC: Alimento diseñado para lechones en crecimiento.

³CON: Alimento diseñado para conejos.

RESULTADOS

Consumo de alimento

El consumo de alimento fue mayor con el tratamiento CON ($P \leq 0.05$), seguido de LEC, el tratamiento POM presentó el menor consumo durante las cuatro semanas que duró el ensayo (Tabla 2). El consumo de POM y LEC aumentó en la segunda y tercera semana ($P \leq 0.05$), el consumo de CON incrementó sólo a la cuarta semana ($P \leq 0.05$) pero LEC semanalmente ($P \leq 0.05$).

Tabla 2. Consumo de alimento (g) semanal de cueros alimentados con tres alimentos durante cuatro semanas

Tratamiento	Semana			
	1	2	3	4
POM ¹	22 ± 1.1 ^{cx}	25 ± 1.1 ^{cy}	29 ± 1.3 ^{cz}	31 ± 1.3 ^{cz}
CON ²	46 ± 1.0 ^{ax}	47 ± 1.8 ^{ax}	48 ± 0.9 ^{ax}	52 ± 1.9 ^{ay}
LEC ³	35 ± 0.9 ^{bx}	38 ± 0.7 ^{by}	40 ± 1.0 ^{bz}	45 ± 2.0 ^{bw}

^{a,b,c} Diferente letra superíndice en la misma columna indica diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$).

^{x,y,z,w} Diferente letra superíndice en la misma fila indican diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$).

¹POM= Alimento de mantenimiento especial para cueros.

²CON= Alimento para conejos.

³LEC= Alimento para lechones.



Ganancia de peso

El peso de los cuyes aumentó 64 y 57 g en la cuarta semana con los tratamientos CON y LEC ($P \leq 0.05$) comparados con POM que sólo aumento 24 g (Tabla 3).

Tabla 3. Ganancia de peso (g) semanal en cuyes alimentados con tres alimentos en pellet durante cuatro semanas

Tratamiento	Semana			
	1	2	3	4
POM ¹	25 ± 6.0 ^x	32 ± 10 ^x	36 ± 16 ^x	24 ± 5.1 ^{bx}
CON ²	28 ± 17 ^x	22 ± 8.0 ^x	31 ± 10 ^x	64 ± 12 ^{ay}
LEC ³	23 ± 18 ^x	24 ± 14 ^x	30 ± 9.0 ^x	57 ± 20 ^{ay}

^{a,b} Diferente letra superíndice en la misma columna indican diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$).

^{x,y} Diferente letra superíndice en la misma fila indican diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$).

¹POM= Alimento de mantenimiento para cuyos.

²CON= Alimento para conejos.

³LEC= Alimento para lechones.

DISCUSIÓN

La medida general usada para evaluar un alimento es la cantidad que los animales consumen y la ganancia o pérdida de peso corporal que presentan de acuerdo con el tipo de alimento. Por ejemplo, un alimento de mantenimiento sólo debe cubrir los requerimientos para mantener el peso del animal a la ración indicada. En los cuyes, es común que existan diferentes consumos de alimento según el tipo de alimento recibido y la función zootecnia del animal; en Perú su busca su mayor peso para obtener carne mientras que en México es usado como un animal de compañía y se busca sólo el mantenimiento del animal.

[Guevara et al. \(2013\)](#) reportan de 41.85 a 43.71 g de alimento consumido por día mientras que en la investigación el consumo de alimento fue de 22 a 52 g/d según el tipo de alimento, pero es evidente que el consumo aumenta como disminuye el nivel de energía metabolizarle en la dieta, en el caso del alimento POM fue un motivo de un consumo conservador. Para el alimento POM diseñado para los cuyes el consumo fue similar durante todo el experimento. Pero al ofrecer alimento para conejos los cuyes consumieron de 41 a 47% más alimento diario equivalente de 20 a 24 g y el alimento para lechones presentó de 38 al 41%, un aproximado de 13 a 15 g/d.

Los resultados concuerdan con los reportados por [Salgado-Moreno et al. \(2021\)](#) donde indican que al alimentar a los animales con una dieta adecuada pueden consumir de 23 a 32 g de alimento al día. Pero los resultados reportados por [Morales et al. \(2011\)](#) indican que los cuyes pueden consumir hasta 57 g datos altos comparados con los obtenidos en el experimento. Esto puede explicarse debido a que no pueden aplicar las dietas totales



en pellet y consideran los forrajes dentro de la dieta lo que no se puede calcular de forma general debido al balance no correcto de los ingredientes.

La ganancia del peso corporal de los cuyes se encuentra relacionada con su raza, sexo, finalidad zootécnica y tipo de alimentación recibida. Es normal que un animal que recibe más energía en la dieta puede presentar mayor peso corporal como ha sido indicado por [Morales et al. \(2011\)](#) usando 2.8 y 3.0 Mcal por kg de alimento en dietas isoproteicas obteniendo mayor peso en animales al ingerir más energía. Sin embargo, en el experimento la ganancia de peso se presentó sólo a las cuatro semanas y con más de Mcal por kg debido a que los alimentos CON y LEC tenían en su etiqueta el 5 y 3% de grasa. Los cuyes que son usados como animales de compañía pueden recibir de 2.9 a 3.0 Mcal de ED para mantener su peso corporal ([Airahuacho & Vergara, 2017](#)). Los incrementos de peso corporal obtenidos en la investigación por día son de 3.5 g alimentando a los animales a libre acceso. Sin embargo, es posible que fijando el consumo a 30 g de alimento POM el cuy no incrementó su peso como lo indica [Salgado et al. \(2021\)](#).

CONCLUSIONES

Los cuyes consumen menos alimento y su peso corporal no aumenta al recibir alimento diseñado para el mantenimiento de su especie pero si recibe alimento para lechones o conejos las dos variables incrementan. Es necesario continuar investigaciones para mejorar la presentación de los alimentos y sus consumos.

LITERATURA CITADA

AIRAHUACHO BFE, Vergara RV. 2017. Evaluación de dos niveles de energía digestible en base a los estándares nutricionales del NRC (1995) en dietas de crecimiento para cuyes (*Cavia porcellus* L). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 28(2):255-26. <https://doi.org/10.15381/rivep.v28i2.13079>

GUEVARA J, Díaz P, Bravo N, Vera M, Crisóstomo O, Barbachán H, Huamán D. 2013. Uso de harina de pajuro (*Erithrina edulis*) como suplemento en la alimentación de cuyes – Lima. *Revista Peruana Química e Ingeniería Química*. 16(2):21-28. <https://es.scribd.com/document/396423424/Uso-de-Harina-de-Pajuro-Erythrina-Edulis-Como-Suplemento-en-La-Alimentacion-de-Cuyes-Lima>

GUEVARA VJ, Lozano HV, Valenzuela J. 2014. Evaluación de dos niveles de vitamina c en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento sin forraje verde. *Anales Científicos*. 75(2):471-474. ISSN: 2519-7398. <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v75i2.988>



LEÓN Z, Silva E, Wilson A, Callacna M. 2016. Vitamina C protegida en concentrado de *Cavia porcellus* "cuy" en etapa de crecimiento-engorde, con exclusión de forraje. *Scientia Agropecuaria*. 7:259-263.

<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.14>

MARSANASCO M, Márquez A, Wagner J, Alonso S, Chiaramoni N. 2011. Liposomes as vehicle for vitamins E and C: An alternative to fortify orange juice and offer C protection after heat treatment. *Food Research International*. 44(9):3039-3046.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.07.025>

MEZA BGA, Cabrera VPR, Morán MJJ, Meza BFFF, Cabrera VCA, Meza BCJ, Meza BJS, Cabanilla CMG, López MFX, Pincay JJL, Bohórquez BT, Ortiz DJ. 2014. Mejora de engorde de cuyes (*Cavia porcellus*) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador. *Idesia (Arica)*. 32(3):75-80.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292014000300010>

MORALES MA, Carcelén CF, Ara GM, Arbaiza FT, Chauca FL. 2011. Evaluación de dos niveles de energía en el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) de la raza Perú. *Revista de investigaciones veterinarias del Perú*. 22(3):177-182.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172011000300001&lng=es&nrm=iso

NRC (National Research Council). 1995. Requerimientos nutritivos del cuy. 4ta ed. Washington D.C.: National Academy Press. NRC. Pp. 192.

RESÉNDIZ MRI, Hernández JDM. 2008. Los cuyes (*Cavia porcellus*) como animales de compañía. *Revista Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Pequeñas Especies*. 19(1):22-25.

<https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=49879>

REYES SN, Vivas J, Aguilar J, Hernández J, Caldera N. 2018. Suplementación de cobayos (*Cavia porcellus* L.) con forrajes frescos de morena (*Morus alba*) y moringa (*Moringa oleífera*). *La calera*. 18(30):7-13.

<http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/306/3061273002/html/>

SALGADO MS, Macías FM, Sánchez TL, Arredondo CM, Gutiérrez AD, Avila RF. 2021. Uso de melaza o aceite de soya con dos niveles de vitamina C en dietas para *Cavia porcellus*. *Abanico Veterinario*. 11:1-11. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2021.6>



SAS Institute. 2010. *Statistical Analysis Software SAS/STAT®*. versión 9.0.2, Cary, N.C., USA: SAS Institute Inc., ISBN: 978-1-60764-599-3.

https://www.sas.com/es_mx/home.html

TARRILLO EBP, Mirez PKF, Bernal MW. 2018. Uso de alimento peletizado en crecimiento-engorde de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*) en chota. *Revista Ciencia No@ndina*. 1(2): 94-103. <https://doi.org/10.37518/2663-6360x2020v1n2p94>

[Errata, Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-agroforestal/errata>



Abanico Agroforestal. Enero-Diciembre 2024; 6:1-18. <http://dx.doi.org/10.37114/abaagrof/2024.8>
Artículo original. Recibido: 02/06/2023. Aceptado: 26/05/2024. Publicado: 17/06/2024. Clave: e2023-30
https://www.youtube.com/watch?v=x8mz8j1V_TU

Promoción del consumo voluntario de alimento en becerras con extracto de mangostán

Promotion of voluntary feed intake in calves with mangosteen extract



**Sierra-Rizo Alejandro^{*1ID}, Neri-Luna Cecilia^{2ID}, Huerta-Martínez Martín^{2ID},
Rodríguez-Flores Reyes^{3ID}, Mireles-Flores Salvador^{**4ID}**

¹Universidad de Guadalajara. Posgrado en Ecofisiología y Recursos Genéticos. Departamento de Producción Animal, División de Ciencias Veterinarias. ²Universidad de Guadalajara. Departamento de Ecología, División de Ciencias Biológicas y Ambientales. ³Universidad de Guadalajara. Departamento de Medicina Veterinaria, División de Ciencias Veterinarias. ⁴Universidad de Guadalajara. Centro de Estudios en Producción Animal. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Camino Ramón Padilla Sánchez No. 2100, Nextipac, Zapopan, Jalisco, México. CP 45200. *Autor responsable Sierra-Rizo Alejandro. ** Autor de correspondencia Mireles-Flores Salvador. E-mail: alejandro.sierra@academicos.udg.mx, cecilia.neri@academicos.udg.mx, martin.huerta@academicos.udg.mx, jreyes.rodriguez@academicos.udg.mx, salvador.mireles@academicos.udg.mx

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del extracto de mangostán, para aumentar el consumo voluntario de alimento en becerras lactantes. Extracto de mangostán (EM), y la mezcla de algunos compuestos fitobióticos variaron de concentración y se demostró inhibición de enterobacterias con diferencia significativa ($P<0.05$). El EM se administró oralmente en becerras Holstein-friesian lactantes, junto con sustituto de leche comercial. Se utilizaron tres tratamientos: Grupo control con becerras alimentadas solo con sustituto de leche. Grupo 2 con becerras alimentadas con EM diluido al 25 % con agua destilada y 5 mg de la xantona 9-xanthene®. Y grupo 3 con becerras alimentadas con EM diluido al 50 %. Se registraron las variables: consumo y ganancia de peso en 60 días de lactancia. Los resultados demostraron que el consumo del alimento concentrado en el grupo 2 (40.2 ± 0.1 kg) fue significativa ($P<0.05$), al registrado en grupo control (32 ± 2.3 g), y similar al grupo 3 (36.2 ± 0.1 kg). Se concluye que el mayor logro en el consumo de alimento concentrado fue observado en grupo 2 por efectos de la combinación del EM y la xantona 9-xanthene®. Con efecto en el desarrollo físico y salud de las becerras lactantes, por inhibición de enterobacterias y promoción de la microbiota benéfica.

Palabras clave: becerras lactantes, fitobióticos, extracto de mangostán, xantona 9-xanthene®

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of mangosteen extract to increase voluntary feed consumption in lactating calves. Mangosteen extract (ME), and the mixture of some phyto-biotic compounds varied in concentration and inhibition of enterobacteria was demonstrated with a significant difference ($P<0.05$). EM was administered orally to lactating Holstein-Friesian calves, along with commercial milk replacer. Three treatments were used: Control group with calves fed only with milk replacer. Group 2 with calves fed EM diluted to 25 % with distilled water and 5 mg of the xanthone 9-xanthene®. And group 3 with calves fed with EM diluted to 50 %. The variables were recorded: consumption and weight gain in 60 days



of breastfeeding. The results showed that the consumption of concentrated food in group 2 (40.2 ± 0.1 kg) was significant ($P < 0.05$), compared to that recorded in the control group (32 ± 2.3 g), and similar to group 3 (36.2 ± 0.1 kg). It is concluded that the greatest achievement in the consumption of concentrated food was observed in group 2 due to the effects of the combination of ME and the xanthone 9-xanthene®. With an effect on the physical development and health of lactating calves, by inhibiting enterobacteria and promoting beneficial microbiota.

Keywords: lactating calves, phytobiotic, mangosteen extract, xanthone 9-xanthene™

INTRODUCCIÓN

En las unidades de producción lechera intensivas en México y en el Mundo, la crianza de beceras en la etapa de lactancia, es una de las actividades principales donde se presta mayor atención, con cuidados especiales a la salud de los animales durante los primeros 60 días de vida, con la finalidad de lograr desarrollos óptimos (Vázquez, 2015; Reneau & Leuer 2012). Debido a que las beceras presentan alto grado de susceptibilidad a infecciones causadas por microorganismos patógenos, particularmente en los tractos respiratorio y digestivo, que origina enfermedades con diferentes efectos sintomatológicos y clínicos (Kaske *et al.*, 2002). En estos casos se lleva a cabo la administración de antibióticos, causando problemas de resistencia a patógenos y problemas en la salud pública, por los residuos que se acumulan en la carne o en la leche (Wolter *et al.*, 2004).

Los fitobióticos son una alternativa en el tratamiento de infecciones del tracto respiratorio y digestivo causado por diferentes patógenos bacterianos. Diversos extractos herbolarios tienen propiedades antibacterianas que ha sido demostrado en condiciones de laboratorio, como el extracto de mangostán (*Garcinia mangostana* Lynn) y la xantona 9-xathene®, que además tienen un efecto inmunomodulador en la etapa de lactancia de beceras, particularmente de enfermedades bacterianas respiratorias y diarreicas por *enterobacterias*, *Salmonella spp*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, y el bacilo de la tuberculosis, incluso de parásitos y virus. También se ha descrito la actividad anti-inflamatoria de los fitobióticos en estos procesos de infección y puede influir en el sistema inmune tanto en animales como en humanos humanos (Badiali *et al.*, 2023; Ponce-Pérez, 2021; Chitchumroonchokchai *et al.*, 2019; Maggini *et al.*, 2018; Alamgir *et al.*, 2017; Azila & Andazrina A. 2012; Uitz-Huchin & Jaimes-Jaimes, 2012; Zhang *et al.*, 2009; Linuma *et al.*, 1996; Sundaram *et al.*, 1983; Govindachari *et al.*, 1971).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del extracto de mangostán, para aumentar el consumo voluntario de alimento en beceras lactantes en unidades de producción de la Sociedad Cooperativa de Productores de Leche de Acatic, Jalisco (PROLEA).

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en 2 fases experimentales: 1) Pruebas *In Vitro*; y 2) pruebas de comportamiento en beceras.



La obtención de los compuestos fitobióticos; extracto de mangostán® (Xi'an Olin Biol. Tech. Co. Ltd) incluye a la xantona α -mangostina (10 %), que se obtuvo mediante el método Soxhlet en una extracción semi-continúa empleando etanol como disolvente. Para el estudio del extracto en las pruebas *In Vitro* se separó en sus fracciones: a) sobrenadante; b) precipitado; y c) precipitado deshidratado, que se obtiene centrifugando a 12,000 rpm durante 10 min, respectivamente. En el laboratorio de bromatología del Departamento de Producción Animal del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara (U de G), al extracto de mangostán (100 %) se le determinó el contenido de humedad; método por deshidratación de la muestra mediante estufa (BINDER®), cenizas totales, carbohidratos totales, fibra cruda, extracción de grasa, proteína cruda; mediante nitrógeno total Kjendahl, para lo cual se usaron las técnicas y metodologías descritas, por la Asociación Oficial de Análisis Químicos (AOAC, 1990), 930.36, 942.05, 954.04 y 962.09. Además, se midió el pH por el método TMECC 04.11A.

La xanthona 9-xanthene® es un compuesto orgánico de diseño biotecnológico simple, fabricado por Sigma Aldrich con un grado del 99 % de pureza, cuya elaboración es derivada de la xantona α -mangostina la cual presenta características similares de esta xantona natural, pero por la modificación de este, puede tener una mejor disponibilidad y por lo tanto consigue tener mayores efectos biológicos.

La primera fase experimental de pruebas *In vitro* se realizó en el Laboratorio de bacteriología del departamento de medicina veterinaria del CUCBA de la Universidad de Guadalajara. Inicialmente a partir de la leche de vaca de la raza Holstein-friesian, se aislaron enterobacterias, las vacas provenían de dos establos ubicados en la zona de Tala, Jalisco, México. Las muestras de leche (n=336) se recolectaron en tubos de ensaye (10 mL), directamente de cada cuarto de la ubre de las vacas y fueron transportadas al laboratorio en un contenedor a una temperatura de 4 ± 2 °C. Los tubos de ensaye con la leche se dejaron reposar a temperatura ambiente aproximadamente por 1 h, enseguida se tomó 1 mL de leche y se colocó en una caja de Petri conteniendo el medio general agar-sangre de cordero Bioxon®. Este medio de cultivo se preparó de acuerdo a la técnica propuesta por (Mohana *et al.*, 2008): Se suspendieron 40 g del medio liofilizado en 1 L de agua destilada, se mezcló perfectamente y se calentó con agitación frecuente hasta que hirvió durante 1 min, con el fin de que la disolución fuera completa. Posteriormente, el medio se esterilizó a 121°C por 15 min y se distribuyó en las cajas de Petri dejándolo solidificar a temperatura ambiente. Para observar el crecimiento bacteriano, las cajas de Petri se colocaron en una estufa de incubación (BINDER®) por 24 y 48 h a 37°C.

La identificación del grupo de enterobacterias se realizó siguiendo las recomendaciones de Perri *et al.*, (2002), la cual consiste en: 1) *morfología*: bacilos, cocos o espirilos, formando cadenas o grupos; 2) *forma de colonias*: puntiforme con menos de 1 mm de diámetro, redonda, irregular o filamentosa; 3) *margen de la colonia*: entero, curvado,



ondulado, lobulado o filamentosos; 4) *textura de la colonia*: lisa, concéntrica, arrugada o con curvas o contorno; y 5) *color y olor*. Posteriormente para corroborar la identificación de las enterobacterias, éstas se colocan en el medio de cultivo diferencial agar Mc Conkey (Bioxon® Becton Dickinson), específico para enterobacterias y coliformes, cuya preparación se describe a continuación: se suspendieron 50 g del medio liofilizado en 1 L de agua destilada, se mezcló hasta obtener una suspensión uniforme. Enseguida se dejó reposar de 10 a 15 min, se agitó y se calienta hasta ebullición durante 1 min, Finalmente se esterilizó en una autoclave (FELISA®) a 121°C durante 15 min.

La conservación de las enterobacterias, ya sea como material de referencia o para su replicación con la finalidad de realizar las pruebas *In Vitro*, se inició con la toma directa de las muestras de bacterias en cajas de Petri usando un hisopo de algodón, luego se colocó el inóculo en un tubo de ensaye estéril conteniendo medio de cultivo líquido infusión cerebro-corazón bovino (Bioxon®), cuya preparación se describe a continuación: Se suspendieron 37 g del medio liofilizado en 1 L de agua destilada, se mezcló perfectamente, después se calentó con agitación frecuente, se distribuyó y esterilizó a 121°C por 15 min, se colocó 1 mL de este medio en un tubo de ensaye con el inóculo bacteriano a una concentración de 1.0×10^5 unidades formadoras de colonias (UFC) aproximadamente, luego los tubos se colocaron en una estufa de incubación por 24 h a 37°C. Cabe destacar que otra manera para preservar las enterobacterias en el laboratorio, consiste en multiplicar mediante la inoculación de siembra con un asa metálica en un medio agar-sangre de cordero (Bioxon®), cuya preparación se describe a continuación: Se suspendieron 40 g del medio liofilizado en 1 L de agua destilada, se mezcló perfectamente y se calentó con agitación frecuente hasta que hirvió durante 1 min logrando la disolución completa, enseguida se esterilizó a 121°C por 15 min, se colocaron en cajas de Petri por 24-48 h a 37°C en la estufa de incubación (Mohana *et al.*, 2008). Proceso realizado durante la fase experimental *In Vitro*, cada 10-15 días.

Se realizaron por triplicado mediciones del diámetro de sensibilidad de las enterobacterias a la aplicación de los compuestos de fitobióticos (n=15): 1) extracto de mangostán; 2) sobrenadante; 3) precipitado; 4) precipitado deshidratado; y 5) xanthona 9-xanthene®. Se agregaron estos compuestos a los discos de papel filtro estéril y a las 24 h y 48 h, se midió el diámetro de sensibilidad (mm) con una regleta Vernier digital donde el sitio de referencia es el centro del radio del halo.

La segunda fase experimental consistió en la prueba de comportamiento becerras durante el periodo lactancia, la cual fue realizada en las instalaciones del centro de cría de la unidad de producción lechera; Sociedad Cooperativa de Producción Rural de Lecheros ubicada en Acátic, Jalisco (PROLEA S.A. de C.V.). La prueba duró 60 d para observar el potencial sinérgico de la xantona con el extracto de mangostán, con la finalidad de revelar en este estudio, los efectos de estos compuestos fitobióticos en las becerras, con las condiciones lo más reales posibles a su entorno productivo, y de acuerdo al protocolo de manejo zootécnico en las instalaciones de la crianza de becerras



en esta Asociación Cooperativa lechera. Para este reto en el desempeño nutricional, la evaluación fue con 9 becerras de la misma edad (1 día de nacidas hasta el destete), fueron seleccionadas al azar y distribuidos en tres grupos (n=3) en corraletas individuales; antes de iniciar la prueba, se verificó el estado inmunológico de cada becerro según los protocolos sanitarios del centro de cría, a las cuales, se les tomó una muestra de sangre (a las 48 h de vida), mediante una punción venosa coccígea (10 mL) para determinar niveles de inmunoglobulinas IgG indirecta (Quiroz *et al.*, 1998), usando el refractómetro portátil modelo RF20 (Extech Instruments Corporation®), y se estableció una curva estándar de inmunoglobulinas IgG totales superiores a 6.0 g/dL. Para el experimento se diseñó lo siguiente; A) grupo control con 1 L de agua purificada y el sustituto de leche; B) grupo 2 con 1 L de agua purificada y sustituto de leche más 20 mL/día del extracto de mangostán al 25 % e inclusión de 5mg de la xantona 9-xanthene®; y C) grupo 3 con 1 L de agua purificada y sustituto de leche más 20 mL/día del extracto de mangostán al 50%, para considerar el efecto como complemento nutricional en las becerras. A los animales se les ofreció agua de beber *ad libitum* y fueron alimentados dos veces al día (8:00 h y 16:00 h) durante los 60 días, preparándose el sustituto de leche según los protocolos del centro de cría. Diariamente se registraron los parámetros; 1) consumo de alimento; 2) consumo del sustituto de leche; 3) ganancia de peso; 4) talla; 5) perímetro torácico; y 6) conversión alimenticia. Los parámetros productivos peso, talla y perímetro del tórax, se registraron cada 7 días, con la regleta y cinta métrica (PRO-VAC® Inc).

Durante el periodo de evaluación, cada 14 días se tomaron las muestras directas de heces de las becerras (n=45), enviándose inmediatamente al laboratorio de bacteriología del Departamento de Medicina Veterinaria del CUCBA de la U de G, para el aislamiento y la identificación de microorganismos bacterianos (AOAC, 1990). En el laboratorio, las muestras fecales de las becerras se colocaron en el medio de cultivo líquido de cerebro-corazón de bovino (Bioxon®), y posteriormente se realizó la identificación de bacterias mesófilas y los organismos coliformes (Mohana *et al.*, 2008), donde se utilizó el medio agar-sangre de cordero (Bioxon®). Otro medio de cultivo diferencial usado fue agar Mc Conkey (Bioxon® Becton Dickinson), que es específico para enterobacterias y coliformes a partir de heces fecales. La identificación de las bacterias mesófilas y de organismos coliformes (%) en las muestras fecales, se realizó con los siguientes criterios: 1) morfología; 2) forma de colonias; 3) margen de la colonia; 4) textura; y 5) color y olor (Perri *et al.*, 2002).

El análisis estadístico de los resultados fue evaluado mediante la prueba de *t* de dos o más muestras; desviación estándar (prueba de Bonferroni); normalidad (prueba de Anderson Darling); homogeneidad de varianzas (prueba de Levene).

Los resultados de la prueba *In Vitro* y de la prueba de comportamiento fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA de una vía). La diferencia entre medias ($P<0.05$), fue evaluada según el método Tukey. Se usó el paquete estadístico Minitab versión 14®.



RESULTADOS

El análisis químico proximal del extracto del mangostán (Cuadro 1), presentó una humedad y materia volátil del 95.2% con 3.3 de pH. Del total de las muestras de leche ($n=336$), de los 2 establos de Tala Jalisco, el 14 % correspondió al grupo de enterobacterias. De este grupo de bacterias, se realizó la prueba *In Vitro* de los fitobióticos y fue determinado a 24 h de acuerdo al diámetro de inhibición (mm), siendo el sobrenadante (17 ± 0.58), precipitado (16 ± 0.29) y el extracto de mangostán 100 % (16 ± 1.15). La xantona 9-xanthene® (7 ± 0.73). y la fracción del precipitado deshidratado (0.3 ± 0.09).

Cuadro 1. Composición química proximal del extracto del mangostán^a

Componente	(%)
Humedad y Materia Volátil ^b	95.2
Composición de la Materia seca	
Proteína	0.9
Fibra	6.0
ELN ^c	46.5
Cenizas	0.1
Sólidos totales	4.8

^aConcentración 10% de α -mangostin con pH 3.3.

^b1ml de extracto peso 0.94g

^cEs la diferencia a 100 de la sumatoria del contenido de cenizas, proteína cruda, extracto etéreo y fibra cruda.

Los valores determinados de la inmunidad pasiva de inmunoglobulina IgG sérica (7.9 ± 0.5 mg/dL), fue el promedio para los tres grupos de becerras de la raza Holstein friesian. En la prueba de comportamiento (Cuadro 2), el peso promedio de las becerras fue 38 ± 1.9 Kg, el perímetro torácico promedio de las becerras fue 75.3 ± 15 cm y la altura promedio de las becerras fue 75.6 ± 1.7 , sin diferencia entre tratamientos. En el consumo de alimento existió diferencia significativa entre tratamientos ($P<0.05$), entre el extracto de mangostán 25 % con la xantona 9-xanthene® (40.2 ± 0.1 kg) y grupo control (32 ± 2.3 kg). En el consumo del sustituto de leche en solución líquida existió diferencia significativa ($P<0.05$) entre el grupo control (166 ± 3.5 L) *versus* el grupo de extracto de mangostán 25% con la xantona 9-xanthene® y el extracto de mangostán 50 % (152 ± 1.2 L y 145 ± 2.9 L), respectivamente.



Cuadro 2. Prueba de comportamiento en becerras de la raza Holstein friesian a las que se suministró el extracto de mangostán (EM) a diferente concentración y la xantona 9-xanthene® (9X) por 60 días

Variable	Tratamientos*		
	Agua	EM 25 % + 9X	EM 50 %
Peso final (kg)	73±2.1a	91.3±6.7a	74.7±3.7a
Ganancia por animal (kg)	35±2.5a	47±5.3a	36±3.5a
Ganancia de peso (g/día)	572±36.5a	883±88.2a	600±57.7a
Consumo de alimento (kg)	32±2.3b	40.2±0.1a	36.2±0.1ab
Consumo de sustituto de leche (L)	166±3.5a	152±1.2b	145±2.9b
Índice de conversión alimenticia	0.9±0.1a	0.9±0.1a	1.0±0.1a
Perímetro torácico final (cm)	93.7±0.9a	100.3±2.3a	95.7±1.3a
Talla final (cm)	85.7±3.7a	89.7±2.0a	85±0.6a

Los diferentes valores son la media (n=3) ± error estándar (P<0.05).

*Medias de diferente literal indica diferencia estadística entre tratamientos.

El registro de las bacterias mesófilas (Cuadro 3), identificadas en las heces de becerras fue significativa en la composición (UFC), entre tratamientos; 1) extracto de mangostán 50 %, 2) extracto de mangostán 25 % con xantona 9-xanthene® y 3) control (4639±1425a; 3279±1312b; 1961±684c, respectivamente).

Cuadro 3. Bacterias mesófilas (UFC) aisladas de las heces de becerras de la raza Holstein-friesian suministradas con extracto de mangostán (EM) a diferente concentración y la xantona 9-xanthene® (9X) por 60 días

Grupo	Mesófilas*
Control	1961±684c
Extracto 25% + 9-xanthene®	3279±1312b
Extracto de mangostán 50%	4639±1425a

Los diferentes valores son la media (n=9) ± error estándar (P<0.05).

*Medias de diferente literal indica diferencia estadística entre cantidad de bacterias mesófilas.

Las bacterias coliformes identificadas en las heces de becerras fueron: *Escherichia coli* 100 %, *Staphylococcus spp.*, 100 %, *Bacillus spp.*, 88 %, *Streptococcus spp.*, 63 %, *Lactobacillus spp.*, 59 %, *Micrococcus spp.*, 48 %, *Enterobacter agglomerans* 5 %, y *Proteus mirabilis* 4 %.

Este estudio reveló el potencial sinérgico de los compuestos fitobióticos durante la lactancia de las becerras (60 días), con un mejor consumo voluntario de alimento de las



becerras y se promueve la microflora benéfica con los tratamientos con el extracto de mangostán al 50 %, así como al 25 % adicionado con la xantona 9-xanthene®.

DISCUSIÓN

Una de las situaciones comunes que se presenta en las unidades productivas lecheras (Kmicikewycz, 2011; Wells *et al.*, 1996), es la falta de asimilación de nutrimentos en los animales jóvenes, lo cual es un factor de inmunosupresión que predispone los problemas infecciosos, específicamente relacionado a trastornos digestivos. Por otra parte, un mal manejo de la calidad de los insumos alimenticios, por la contaminación de microorganismos patógenos, puede inducir la transmisión de enfermedades en este tipo de animales y estas enfermedades pueden ser contagiosas de riesgo frecuente. Autores también describen que puede relacionarse con problemas de salud pública, por ejemplo, el consumo de leche contaminada por enterobacterias puede ser un factor de zoonosis. (Krauss *et al.*, 2005; Wolter *et al.*, 2004).

En este sentido, Navarro-Villarruel *et al.*, (2021), Weaver *et al.*, (2000), García *et al.*, 2014, Godden *et al.*, 2009, Wells *et al.*, 1996), comentan que las infecciones gastrointestinales son la problemática de mayor impacto durante la etapa de crianza, sobre todo en los primeros dos meses del desarrollo de las becerras para reemplazo, es importante evaluar nutricionalmente las raciones alimenticias y el uso de suplementos nutricionales como promotores y estimulantes de la respuesta en el sistema inmune de los animales lactantes. En este estudio con la finalidad de analizar el estatus inmunológico de las becerras, la que reveló que los niveles de inmunidad pasiva de las becerras estuvieron por debajo de los niveles de IgG deseables y se considera importante que las becerras deben ingerir el calostro dentro de las primeras 6 a 12 h después del nacimiento, para que puedan tener concentraciones significativas de inmunoglobulinas IgG en suero (≥ 10.0 mg/dL). También es determinante la genética y la calidad de la alimentación de las becerras en la etapa de lactación. El diseño de la terapéutica con alternativas naturales es importante para evitar la resistencia a los antibióticos en la producción animal (Cheng *et al.*, 2014). El fundamento es adicionar ingredientes de diseño biotecnológico, como suplementos naturales que tienen potencial bioactivo en la buena práctica de la alimentación de animales neonatos y puedan sustituir los promotores antimicrobianos con la finalidad de disminuir la resistencia bacteriana a estos.

La administración de alimentos naturales y fitobióticos es común, de tal manera que para prevenir y controlar patógenos como las enterobacterias, se utilizan como reguladores de población bacteriana en los seres vivos, siendo recomendable esta práctica, como la inclusión de insumos y alternativas de alimentación natural; la adaptación de los organismos a fuentes orgánicas, favorece la modulación de microorganismos en el tracto digestivo (Ponce-Pérez, 2021; Cabrera *et al.*, 2019; Kertz *et al.*, 2017; Dharmaratne *et al.*, 2013; INIFAP, 2009; Ruiz *et al.*, 2009; Oliver *et al.*, 2003); Diao *et al.*, 2019; Buitenhuis *et*



al., 2011), siendo estos fitobióticos: granos mejorados, formulas concentrada de micronutrientes biodisponibles, forrajes de alta digestibilidad, sustitutos de leche de nuevo diseño biotecnológico, subproductos de diferentes industrias (bioetanol, cervecera, tequilera, etc.), todos con la finalidad de promover una producción orgánica y ecológica, que puedan ser sustentable en animales lactantes e incluso los humanos. Actualmente, es necesario evitar la práctica del uso de harinas de cárnicos, subproductos de origen animal, promotores de crecimiento con antimicrobianos, hormonales sintéticos, etc. (Maggini *et al.*, 2018; Kmicikewycz 2011), además, de prevenir la contaminación por patógenos, en el proceso de elaboración de los alimentos para el consumo de los animales lactantes, se necesita reforzar la capacidad de respuesta del sistema inmune de estos ante la presencia de patógenos digestivos, y cada vez más comunes en las unidades productivas intensivas lecheras. En este estudio, se demostró la presencia de enterobacterias que fueron identificadas en las muestras leche recolectadas durante el proceso experimental, comprobando que están latentes en las unidades productivas lecheras como se hizo referencia anteriormente.

También en este estudio, se consideró los compuestos fitobióticos por su origen orgánico, y que pudieran tener una acción activa en su incorporación y mezcla, así como el efecto nutricional en los animales experimentales. Se determinó la composición química proximal del extracto de mangostán, el cual demostró que la humedad, contiene una parte de materia volátil, no determinado el total de sustancias activas del extracto, el cual se usó disolvente etanol para su elaboración. Esta situación se contempló por las variables en su composición. Por esta razón se evaluó la xantona 9-xanthene® como una sola variable de medición, siendo el efecto en los diámetros de inhibición de sensibilidad bacterianos el parámetro a observar en las pruebas *In Vitro*.

Por esta razón, de acuerdo a los compuestos fitobióticos que presentaron el mayor potencial de acción en la prueba *In vitro*, se evaluaron en la prueba de comportamiento de beceras lactantes que se decidió solo usar el extracto de mangostán adicionado con la xantona 9-xanthene®. No se tomó en cuenta los principios o fundamento farmacológicos por que los compuestos fitobióticos no son fármacos, y por lo tanto, no son regulados por la (FDA) Administración de drogas y Alimentos (Akao *et al.*, 2008; Othman & Tindall, 1995; Mahabusarakam & Saowaluk, 1986). Por otra parte, se utilizó como controles positivos de inhibidores bacterianos a la gentamicina y estreptomycin (Mohana *et al.*, 2008), que tienen amplio espectro para bacterias Gram-positivas y Gram-negativas en comparación con extractos herbolarios. Siendo relevante para nosotros en el presente estudio, debido a que reveló que el extracto de mangostán mostró significativos resultados en el diámetro de inhibición para enterobacterias y la xantona 9-xanthene® puede tener actividad inmuno-estimuladora (Dharmaratne *et al.*, 2013; Tang *et al.*, 2009).

En la prueba de comportamiento de las beceras durante el periodo lactancia (60 días), se tomó dos tratamientos diferentes; la concentración del extracto de mangostán al 25 %



adicionado con la xantona 9-xanthene®, y el extracto solo al 50 %, condición decidida para revelar la protección de este compuesto fitobiótico, al contacto real de patógenos latentes en las instalaciones de crianza de becerras en la Asociación Cooperativa Lechera, con antecedentes de resistencia de antibióticos por patógenos específicos. Por otra parte, esta disminución de la concentración del extracto de mangostán pero con la misma cantidad de la xantona, fue con la finalidad de retar la capacidad de aumentar la potencialidad de dicho compuesto fitobiótico en esta etapa de crianza, el cual demostró que existe un aumento en el consumo de alimento en los grupos tratados con los fitobiótico en comparación con el control (Cuadro 2), siendo significativo la eficiencia en el grupo de becerras que consumió el extracto de mangostán 25 % con la xantona 9-xanthene® que puede influir en la condición corporal y parámetros productivos en la etapa de productiva de los animales, debido a que existe una adaptación a más temprana edad del consumo de alimento concentrado y obteniendo los nutrientes necesarios para su crecimiento, salud y mejora los parámetros sanguíneos (Schogor *et al.*, 2020; Henke *et al.*, 2017; Martínez, 2015; Moreno, 2012; Kmicikewycz, 2011; Priya *et al.*, 2010; Ridell *et al.*, 2010), los demás datos registrados; ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, altura y perímetro torácico no se demostró diferencias entre tratamientos.

Por otra parte, se demostró que la administración de este tipo de compuestos fitobióticos, influyó en la composición bacteriana del tracto gastrointestinal de las becerras ya que la composición en las bacterias mesófilas entre los grupos tratados y el grupo control (Cuadro 13). Para el grupo de organismos coliformes solo se identificaron y se registraron en porcentaje de acuerdo a su presencia del total de muestras: *Staphylococcus spp.*, *Escherichia coli*, *Streptococcus spp.*, *Micrococcus spp.*, *Lactobacillus spp.*, *Bacillus spp.*, *Proteus mirabilis*, *Enterobacter agglomerans*, estas últimas del genero *enterobacteriaceae* sensibles de crecimiento por el extracto de mangostán y la xantona 9-xanthene®, demostrado en este estudio (Apraez-Guerrero & Galvez-Cerón, 2019; Martínez, 2015; Kmicikewycz, 2011; Gaggia *et al.*, 2010; Villoch, 2010), el adicionar complementos naturales en la alimentación animal, pueden ejercer una acción inhibitoria en coliformes y aumentar la microflora benéfica como las bacterias mesófilas, que influyen en la salud intestinal, equilibrio poblacional y digestibilidad de los nutrientes de los animales neonatos y/o jóvenes y mejora el consumo voluntario de estos, así se promueve el rendimiento de los alimentos y forrajes, disminuyendo el alimento liquido sin interferir en la administración de otro tipo de tratamiento terapéutico.

El aumento en el consumo voluntario de alimento por los animales jóvenes es importante (Faehnrich *et al.*, 2021; Moreno, 2012; Gaggia *et al.*, 2010; Oliver *et al.*, 2003), su función es en el mantenimiento, crecimiento y desarrollo de los diferentes procesos fisiológicos. Además, el consumo voluntario es una diligencia compleja que incluye, palatabilidad del alimento, reconocimiento del mismo y los movimientos necesarios para consumirlo, la valoración sensorial, la iniciación del consumo y la deglución aún en diferentes especies productivas (Saldívar, 2019). A mayor cantidad consumida en el tracto digestivo, será



proporcionalmente los nutrientes, absorbidos y metabolizados. Por otra parte, el consumo voluntario es afectado por los nutrientes requeridos para su nivel de producción genéticamente determinado. La habilidad del animal para consumir dichos nutrientes estará determinada también por el ambiente, la capacidad física de su tracto digestivo, la composición de la ración alimenticia y por desbalances o excesos de nutrientes particulares. El ambiente afecta mecanismos fisiológicos independientes de la composición de la ración alimenticia (Pérez, 2008). La diferente concentración de microorganismos, puede afectar la habilidad de los animales para adaptarse al estrés durante la crianza. Cuando los animales son pre-rumiantes, otro factor de mejora en el desempeño de los animales es la condición fenotípica y genética individual, así como la condición zoonosanitaria y de bioseguridad de cada unidad de producción intensiva.

Por lo tanto, se promueve la microbiota benéfica (UFC) de bacterias mesófilas con la administración combinada del extracto de mangostán y de la xanthona 9 xanthene®. La inhibición de enterobacterias y la promoción de la de microbiota benéfica pueden influir en la salud intestinal de las becerras lactantes. En este trabajo se determinó que los fitobióticos son una alternativa en el tratamiento de infecciones digestivas, causadas por patógenos enterobacterianos en la crianza de becerras lactantes, la ganancia de peso y ahorro en el consumo del sustituto de leche (Sierra, 2015) y proporcionó instrumentos para mejorar la terapéutica en la práctica de la medicina veterinaria mediante suplementos naturales. Es importante continuar y consolidar la línea de investigación de los fitobióticos mediante estudios integrales para beneficio en la salud humana y animal. En este sentido, la mayor ingesta de nutrientes, es importante en el desarrollo físico de las becerras lactantes, siendo importante cuando entran en la fase productiva, donde se evalúa; peso corporal, altura, longitud corporal, perímetro del tórax, diámetro pélvico, perímetro pélvico, cambios de peso y edad a la pubertad, cambios de peso y edad a primer servicio y tamaño de ubre. También es importante establecer otros modelos para determinar la interacción de los elementos bioactivos en la modulación microbiana del tracto gastrointestinal y su efecto fisiológico en los animales; como ejemplo el estímulo del crecimiento de las vellosidades intestinal (longitud, punta y línea de la cripta, profundidad, etc.) optimizando la absorción de nutrientes y como consecuencia mejora del sistema inmune que promueve una mejor defensa ante la presencia de patógenos y que promueva la salud intestinal.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos bajo las condiciones del presente estudio el extracto del mangostán y la xanthona 9-xanthene® es efectivo contra enterobacterias, comunes del tracto digestivo de becerras lactantes y promueve la microbiota benéfica e influye en la salud intestinal de estas, contribuyendo al aumento del consumo voluntario de alimento.



AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las autoridades y personal colaborador del Doctorado en Ecofisiología y Recursos Genéticos, CUCBA, Universidad de Guadalajara. Instituto de Investigaciones forestal, Agrícola y Pecuaria (INIFAP), CE Centro Altos de Jalisco y la Sociedad Cooperativa de Productores de Leche (PROLEA) de Acatic, Jalisco, México por su apoyo en el proceso experimental y las facilidades brindadas.

LITERATURA CITADA

AKAO Y, Nakagawa Y, Nozawa Y. 2008. Anti-cancer effects of xanthones from pericarps of mangosteen. *Int J Mol Sci. Mar.* 9(3):355-370.

<https://doi.org/10.3390/ijms9030355>

ALAMGIR ANM. 2017. Therapeutic use of medicinal plants and their extracts. 1.

<https://doi.org/10.1007/978-3-319-63862-1>

APRAEZ-GUERRERO JE, Galvez-Ceron AL. 2019. Alternativas alimentarias para la producción pecuaria en el trópico alto de Nariño. 1ª ed. San Juan de Pasto. Editorial Universidad Nariño. Pp. 92. ISBN 978-958-8958-85-9.

<https://sired.udenar.edu.co/6115/1/alternativas%20alimentarias.pdf>

AOAC, 1990. Official methods of analysis of International Association of Agricultural Chemicals; Contaminants: Drugs and Food Composition, Additives; Natural conteneirs, Washington, DC. The Scientific Association Dedicated to Analytical Excellence® 16 th edition. ISBN:9780935584547.

<https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>

AZILA AK, Andazrina A. 2012. Fruit Pod extracts as a source of nutraceuticals and pharmaceuticals. *Molecules.* 17(10):11931-11946.

<https://doi.org/10.3390/molecules171011931>

BADIALI C, Petrucelli V, Bracilli E, Pasqua G. 2023. Xanthones: Biosynthesis and Trafficking in Plants, Fungi and Lichens. *Plants.* 2(4):694.

<https://doi.org/10.3390/plants12040694>

BUITENHUIS B, Rontved MC, Edwards MS, Ingvarsen LK, Sorensen P. 2011. Análisis profundo de genes y mecanismos que involucran glándula mamaria y la patogénesis por *Escherichia coli* en la mastitis de Bovinos. *Biomed Central Genomics Ltd.* 12:130, e21352611.

<https://doi.org/10.1186/1471-2164-12-130>

CABRERA NA, Lammoglia VM, Alarcón PS, Martinez SC, Rojas RR, Velázquez JS. 2019. Árboles y arbustos forrajeros utilizados para la alimentación de ganado bovino en el norte de Veracruz. México. *Abanico Veterinario.* 9:1-12.

<https://doi.org/10.21929/abavet2019.913>



CHENG G, Hao H, Xie S, Wang X, Dai M, Huang L, Yuan Z. 2014. Antibiotic alternatives: the substitution of antibiotics in animal husbandry? *Antimicrobials, Resistance and Chemotherapy*. 5, e00217.

<https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00217>

CHITCHUMROONCHOKCHAI C, Kenneth M, Suksumrarn RS, Clinton SK, Kinghorn D, Failla ML. 2019. Xanthonenes in Mangosteen Juice Are Absorbed and Partially Conjugated by Healthy Adults. *J Nutr*. 142(4):675–680. e3301988.

<https://doi.org/10.3945/jn.111.156992>

DHARMARATNE HRW, Sakagami Y, Piyasena KGP, Thevanesam V. 2013. Antibacterial activity of xanthonenes from *Garcinia mangostana* (L.) and their structure-activity relationship studies. *Nat. Prod. Res.* 27(10):938-41. e22494050

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22494050/>

DIAO Q, Zhang R, Fu T. 2019. Review of strategies to promote rumen development in calves. *Animals*. 9(8):490. <https://doi.org/10.3390/ani9080490>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31357433/>

FAEHNRIKH B, Franz C, Nemaz P, Kaul HP. 2021. Medicinal plants and their secondary metabolites state of the art and trends in breeding, analytics and use in feed supplementation with special focus on German. *J. Appl. Bot. Food Qual.* 94:61-74.

<https://doi.org/10.5073/JABFQ.2021.094.008>

<https://ojs.openagrar.de/index.php/JABFQ/article/view/15669>

GAGGIA F, Mattarrelli P, Biavati B. 2010. Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. *International journal of food microbiology*. 141:15-28.

<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.02.031>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20382438/>

GARCIA M, Greco LF, Favoreto MG, Marsola RS, Martins LT, Bisinotto RS. 2014. Effect of supplementing fat to pregnant nonlactating cows on colostral fatty acid profile and passive immunity of the newborn calf. *Dairy science*. 97(1):392-405. e24239079.

<https://doi.org/10.3168/jds.2013-7086> <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24239079/>

GODDEN SM, Haines DM, Hagman D. 2009. Improving passive transfer of immunoglobulins in calves: Dose effect of feeding a commercial calostrum replacer. *J. Dairy Sci.* 92:1759-1757.

<https://doi.org/10.3168/jds.2008-1846>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19307657/>

GOVINDACHARI KP, Kalyanaraman PS, Muthukumaraswamy N. 1971. Xanthonenes of *Garcinia Mangostana* Linn. *Tetrahedron*. 27: 3919-3926

[https://doi.org/10.1016/S0040-4020\(01\)98253-5](https://doi.org/10.1016/S0040-4020(01)98253-5)

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12027762/>



HENHE A, Dickhoefer U, Westreicher-Kristen E, Knappstein K, Molkentin J, Hasler M, Susenbeth A. 2017. Effect of dietary Quebracho tannin extract on feed intake, digestibility, excretion of urinary purine derivatives and milk production in dairy cows. *Archives of Animal Nutrition*. 71(1), e27830586.

<https://doi.org/10.1080/1745039X.2016.1250541>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27830586/>

INIFAP, 2009. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Redes de Investigación e Innovación Tecnológica Cultivos Tropicales Exóticos. Ciencia y Tecnología para el Campo Mexicano. Primera edición. México D.F. Publicación especial No. 5. ISBN: 978-607-425-360-3

<http://www.inifapcirne.gob.mx/Revistas/Archivos/FichasTecnologicas.pdf>

KASKE M, Scholz H, Höltershinken M. 2002. Recent Developments and perspectives in bovine Medicine. XXII world Buiatrics Congress. Hannover Germany. ISBN 9783980687096.

<http://www.worldcat.org/title/recent-developments-and-perspectives-in-bovine-medicine-keynote-lectures-xxii-world-buiatrics-congress-18-23-august-2002-hannover-germany/oclc/51265716>

KERTZ AF, Hill TM, Quigley JD, Heinrichs AJ, Linn JG, Drackley JK. 2017. A 100-year review: Calf nutrition and management. *Journal of Dairy Science*. 100(12):10151-10172.

<https://doi.org/10.3168/jds.2017-13062>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29153160/>

KMICIKIEWYCZ AD. 2011. Nutritional feeding and management strategies to optimize growth and health in dairy calves. A thesis The University of Minnesota, USA.

<https://hdl.handle.net/11299/114050>

<https://conservancy.umn.edu/handle/11299/114050>

KRAUSS H, Weber A, Appel M, Enders B, Isenberg HD, Schiefer HG, Slenczka W, Graevenitz AV, Zahner H. 2005. Zoonoses: infectious diseases transmissible from animals to humans. *Med Microbiol Immunol*. 194(4): 219–220. e7086707

<https://doi.org/10.1007/s00430-004-0232-3>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7086707/>

LINUMA MH, Tosa T, Tanaka F, Asai Y, KOBASHI R, SHIMANO M, KEN I. 1996. Antibacterial activity of xanthenes from guttiferaceous plants against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J. Pharm Pharmacol*. 48:861-865. PMID: 8887739.

<https://doi.org/10.1111/j.2042-7158.1996.tb03988.x>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8887739/>



MAGGINNI S, Pierre A, Calder PC. 2018. Immune function and micronutrient requirements change over the life course. *Nutrients*. 10(10):1531. e30336639.

<https://doi.org/10.3390/nu10101531>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30336639/>

MAHABUSARAKAM WP, Saowaluk P. 1986. Antimicrobial activities of chemical constituents from *Garcinia mangostana* Linn. *J Sci. Soc.* 12: 239-242.

<https://doi.org/10.2306/scienceasia1513-1874.1986.12.239>

https://www.scienceasia.org/1986.12.n4/v12_239_242.pdf

MARTINEZ MR. 2015. Uso de nutraceuticos en la alimentación de rumiantes. Colegio de Postgraduados. Tesis de posgrado en recursos genéticos y ganadería. Estado de México. México.

http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/2798/Martinez_Martinez_R_DC_Ganaderia_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MINITAB VERSION 14.1 (MTB.EXE). Minitab is a statistical program designed for data analysis. Informer technologies, Inc.

<https://minitab.informer.com/>

MOHANA DC, Satish S, Raveesha KA. 2008. Antibacterial evaluation of some plants extracts against some human pathogenic bacteria. *Advances in Biological Research*. 2: 49-55. e46573749.

https://www.researchgate.net/publication/242116091_Antibacterial_Evaluation_of_Some_Plant_Extracts_Against_Some_Human_Pathogenic_Bacteria

MORENO PDE. 2012. Ganancia de peso y talla con sustituto de leche con nutraceuticos para el control de enteropatógenos en becerras en periodo de lactancia. *Ganadería Intensiva, Carne y Leche*. 30. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4824/T19147%20MORENO%20PEREZ%2C%20DOYMA%20EDITH%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

NAVARRO-VILLARRUEL CL, Velázquez ILM, Rojas DJD, Elizondo MAL, Lopez CMA, Hernández VJJ, Sánchez SJ, Medrano ASM, Frausto PJJ. 2021. Frequency, territorial distribution and antimicrobial resistance of *salmonella spp.* on bovine cattle feces from the Altos Sur region of Jalisco State, México. *Biotechnia*. 23(3):5-13.

<https://doi.org/10.18633/biotechnia.v23i3.1371>

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-14562021000300005&script=sci_abstract&lng=en



OLIVER SP, Lewis MJ, Gillespie BE, Dowlen HH, Jaenicke EC, Roberts RK. 2003. Prepartum antibiotic treatment of heifers: Milk production, milk quality and economic benefits. *J dairy Sci.* 86:1187-1193. e12741543.

[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73702-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73702-3)

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12741543/>

OTHMAN Y, Tindall HD. 1995. Mangosteen cultivation / Othman FAO plant production and protection division: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Pp. 129. ISBN: 9251034591.

https://books.google.com/cu/books/about/Mangosteen_Cultivation.html?id=i7YgZ-LAHPgC&hl=es-419&output=html_text

PERRI JJ, Stanley JT, Lory S. 2002. Microbial life. Edit. SINAUER S. Massachusetts.

[https://uni-mysore.ac.in/english-](https://uni-mysore.ac.in/english-version/sites/default/files/content/m.sc_microbiology_syllabus_2021-2022_amend)

[version/sites/default/files/content/m.sc_microbiology_syllabus_2021-2022_amend](https://uni-mysore.ac.in/english-version/sites/default/files/content/m.sc_microbiology_syllabus_2021-2022_amend)

PÉREZ ER. 2008. Los efectos ambientales, sociales y de salud que ocasiona la ganadería en sus diversas modalidades el lado oscuro de la producción de ganado. *Revista Latinoamericana de Economía.* 39:154.

<https://probdes.iiec.unam.mx/index.php/pde/article/view/7734>

PONCE-PÉREZ O. 2021. Efecto de una formula polihierbal promotora de la función intestinal sobre parámetros productivos y salud en becerras Holstein. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México. México.

<http://hdl.handle.net/20.500.11799/111847>

PRIYA VV, Niveda S, Pratiksha G, Gayathri RA. 2010. hepatoprotective natural products. *Research in Science and Technology.* 2:49-52. ISSN: 2076-5061.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4805143/>

QUIROZ G, Bouda J, Medina M, Nuñez L, Yabuta A. 1998. Impacto de la Administración y calidad del calostro sobre los niveles de inmunoglobulinas sérica en los becerros. *Veterinaria México.* 29:161-166

<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=15452>

RENEAU JK, Leuer RF. 2012. Milk quality in the 21st century. Updates on ruminants production and medicine. World Buiatrics congress, Portugal. Pp. 265-277.

<https://www.ivis.org/library/wab/wbc-congress-portugal-2012>

RIDDELL JB, Gallegos AJ, Harmon DL, McLeod KL. 2010. Addition of a *Bacillus* based probiotic to the diet of preruminant calves: Influence on growth, health, and blood parameters. *Intern J Appl Res Vet Med.* 8:1, e49529099.

<http://www.jarvm.com/articles/Vol8Iss1/Mcleod.pdf>



RUIZ BO, Castillo Y, Anchondo A, Rodríguez C, Beltran R, Lao O, Payán J. 2009. Efectos de enzimas e inoculantes sobre la composición del ensilaje. *Arch. Zootec.* 58: 222.
http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922009000200001

SALDIVAR SD. 2019. Fitobióticos como alternativa para las enfermedades entéricas en animales. *Porcicultura.* e2309.
<https://bmeditores.mx/porcicultura/fitobioticos-en-el-mantenimiento-de-la-salud-intestinal-y-desempeno-productivo-en-cerdos-2309/>

SCHOGOR BAL, Glombowsky P, Both F, Danieli B, Rigon F, Reis HJ, Da Silva AS. 2020. Calidad del calostro bovino y su relación con la genética, el manejo, la fisiología y su congelación. *Revista Córdoba.* 25(1):1465.
<http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v25n1/1909-0544-mvz-25-01-76.pdf>

SIERRA RA. 2015. Biomedicación con el extracto de mangostán y la xanthoma 9-xanthene para promover la microbiota benéfica y aumentar el consumo voluntario de alimento en becerras lactantes. Tesis de Doctorado. Universidad de Guadalajara. México
http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5895/Sierra_Rizo_Alejandro.pdf?sequence

SUNDARAM BM, Gopalakrishnan C, Subramanian S, Shankaranarayanan D. 1983. Antimicrobial activities of *Garcinia mangostana*. *Plant Med.* 48:59-60. e6611746.
<https://doi.org/10.1055/s-2007-969882>
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6611746/>

TANG YP, LI PG, Kondo M, Ji HP, Kou Y, Ou B. 2009. Effect of a mangosteen dietary supplement on human immune function: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Journal of medicinal food.* 12:755-763.
<https://doi.org/10.1089/jmf.2008.0204>
<https://www.liebertpub.com/doi/pdfplus/10.1089/jmf.2008.0204>

UITZ-HUCHIN JA, Jaimes-Jaimes J. 2012. Efecto de la adición de prebióticos y probióticos en el comportamiento de terneros lactantes Holstein. *Revista Chapingo serie zonas áridas.* 11(1). <https://www.redalyc.org/pdf/4555/455545058007.pdf>

VAZQUEZ JL. 2015. Efecto de probióticos en el desarrollo productivo de becerras lactantes. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7525/SAUL%20VAZQUEZ%20LOPEZ.pdf?sequence=1>

VILLOCH A. 2010. Good agricultural practices for the production of milk. His objectives and relation with the codes of hygienic practice. *Rev health anim.* 32:137-145.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=s0253-570x2010000300001&lng=es&nrm=iso&lng=en



WEAVER D, Tyler J, Vanmetre D, Hostetler D, Barrington G. 2000. Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *Journal of veterinary internal medicine*. 14:569-577. e11110376.

<https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2000.tb02278.x>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11110376/>

WELLS SJ, Dargatz DA, Otts SL. 1996. Factors associated with mortality to 21 days of life in dairy heifers in the United States. *Prev. Vet. Med.* 29:9-19.

[https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(96\)01061-6](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(96)01061-6)

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167587796010616>

WOLTER W, Castaneda VH, Kloppert B, Zschöck M. 2004. Mastitis Bovina: Prevención, Diagnóstico y Tratamiento. Editorial Universitaria. Universidad de Guadalajara. México. ISBN: 9789702704874.

<https://editorial.udg.mx/gpd-mastitis-bovina.html>

ZHAN NI, Zhengwen L, Qunying H, Jinghong C, Sai L, Jianming Q, Guoyu Z. 2009. Inhibition of bovine viral diarrhea virus in vitro by xantohumol comparisons with ribavirin and interferon-alfa and complications for the development of anti-hepatitis C virus agents. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*. 38:332-340.

<https://doi.org/10.1016/j.ejps.2009.08.005>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19720145/>

Errata, Erratum

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-agroforestal/errata>



Abanico Agroforestal. Enero-Diciembre 2024; 6:1-12. <http://dx.doi.org/10.37114/abaagrof/2024.10>
Artículo original. Recibido: 27/05/2024. Aceptado: 03/10/2024. Publicado: 28/10/2024. Clave: e2024-10
https://www.youtube.com/watch?v=Dzux_JkcBOc

Características fisicoquímicas de leche orgánica producida en Tecpatán, Chiapas, México

Physicochemical characteristics of organic milk produced in Tecpatán, Chiapas, Mexico



Schettino-Bermúdez Beatriz^{*1ID}, Pérez-González José^{1ID}, Radilla-Vázquez Claudia^{1ID}, Ruíz-Rojas Jorge^{2ID}, Del-Muro-Delgado Rubén^{1ID}, Gutiérrez-Tolentino Rey^{**1ID}

¹Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Ciudad de México, México. ²Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. *Autor principal: Schettino-Bermúdez Beatriz. **Autor de correspondencia: Gutiérrez-Tolentino Rey, Calzada del Hueso 1100, Colonia Villa Quietud, Coyoacán, CP. 04960. 5554837519. Ciudad de México, México. Email: schettin@correo.xoc.uam.mx, jrperez@correo.xoc.uam.mx, cradilla@correo.xoc.uam.mx, jlrojas89@hotmail.com, delmuro@correo.xoc.uam.mx, reygut@correo.xoc.uam.mx

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad fisicoquímica de la leche orgánica que se produce en Tecpatán, Chiapas. Se recolectaron 48 muestras de leche durante un año, proveniente de tres ranchos (R 1, 2 y 3) y tanque colector (TC). Se siguieron las pautas establecidas en la NMX-F-718-COFOCALEC-2017. Los parámetros de la leche fueron punto congelación, acidez, pH, grasa, proteína, lactosa, sólidos totales, sólidos no grasos y caseína. Los resultados mostraron que los ranchos 1 y 2 no cumplieron con el contenido de grasa mínimo (30 g/L) y caseína (24 g/L) establecido en NMX-155-SFCI-2012. La calidad de la leche no mostró diferencia significativa entre los R y TC, pero sí varía la calidad en la época del año en punto congelación, grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos; con valores mayores en época de seca para grasa, proteína y sólidos no grasos. La calidad de la leche orgánica en Tecpatán es competitiva a nivel internacional, los valores encontrados en este estudio son comparables a lo informado en otros países. Los valores obtenidos en esta investigación pueden ser base para propuesta de Norma mexicana de especificaciones en leche orgánica.

Palabras clave: análisis fisicoquímicos, espectrofotometría, grasa, lactosa, proteína.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the physicochemical quality of organic milk produced in Tecpatán, Chiapas. Forty-eight milk samples were collected over a one-year period from three farms (F 1, 2 and 3) and a collecting tank (CT). The guidelines established in NMX-F-718-COFOCALEC-2017 were followed. The milk parameters were freezing point, acidity, pH, fat, protein, lactose, total solids, non-fat solids and casein. The results showed that farms 1 and 2 did not meet the minimum fat content (30 g/L) and casein (24 g/L) established in NMX-155-SFCI-2012. The quality of the milk did not show significant differences between the F and CT, but the quality did vary in the time of year in terms of freezing point, fat, protein, lactose and non-fat solids; with higher values in the dry season for fat, protein and non-fat solids. The quality of organic milk in Tecpatán is competitive at an international level; the values found in this study



are comparable to those reported in other countries. The values obtained in this research can be the basis for a proposed Mexican standard for specifications on organic milk.

Keywords: physicochemical analysis, spectrophotometry, fat, lactose, protein.

INTRODUCCIÓN

La leche bovina es un alimento de alto valor nutricional; desde el punto de vista de su composición, la leche es un alimento completo y equilibrado, que proporciona elevados contenidos de macronutrientes (proteína, grasa y lactosa) y micronutrientes (minerales como calcio, entre otros), así como sustancias bioactivas, entre ellas algunos ácidos grasos y fosfolípidos ([Lobos-Ortega et al., 2022](#)). La producción de leche de vaca en el 2022 se estimó en 753.3 millones de toneladas (mt), en donde la Unión Europea fue quién más contribuyó, los países con mayor aportación fueron Alemania, Francia, Reino Unido, Países Bajos, Polonia e Italia con 114.4 millones de toneladas, Estados Unidos registró 102.7 millones de toneladas y la India, Brasil y China, 108, 35.6 y 35 millones de toneladas, respectivamente. México reportó una producción de 13.5 millones de toneladas ([CANILEC, 2024](#)). Se ha estimado que, del total de la producción de leche, alrededor del 2% se produce bajo sistemas de producción orgánica, inclusive se reconoce un crecimiento constante, a tal grado que en el 2021 se estimó que la producción de leche orgánica en Europa representó el 3.3% de la producción total de leche (lo que significó el doble del 2007) ([Bórawski, et al., 2021](#)). Los países con mayor aportación fueron Alemania (1.19 mt), Francia (1.03 mt), Dinamarca (0.71 mt), Austria (0.64 mt), Reino Unido (0.57 mt) y Suecia (0.46 mt), que en su conjunto contribuyeron con cerca del 83% de la producción total de leche orgánica de Europa ([Bórawski et al., 2021](#); [Brodziak et al., 2021](#); [CANILEC, 2024](#)).

Estudios en diversos países han tratado de establecer la calidad de la leche orgánica y señalar diferencias positivas respecto a la leche producida en sistemas convencionales ([Brodziak et al., 2021](#)). Sin embargo, la tarea no ha sido fácil, debido a los hallazgos controversiales. Investigaciones han evaluado características fisicoquímicas entre leche orgánica y convencional sin establecer cuál de los dos tipos de leche es mejor. Por ejemplo, en un estudio realizado en leches orgánicas y convencionales pasteurizadas, comercializadas en Bangkok, Tailandia, se encontraron diferencias en varias características, pero no necesariamente definieron una mejor calidad en alguna de las leches estudiadas. El porcentaje de grasa fue mayor en leche orgánica (5.48 vs 4.47) y en proteína fue mayor en convencional (3.45 vs 3.02) ([Phuenpong et al., 2021](#)). Otros estudios han abordado las variables que permiten definir la calidad de la leche orgánica y convencional, en términos de contenidos de grasa, proteína, lactosa, minerales, beta carotenos y fracciones grasas y proteicas, así como ácidos grasos saturados e insaturados, ácido linoleico conjugado, k-caseína, que tienen funciones benéficas a la salud del consumidor ([Brodziak et al., 2021](#); [Manuelian et al., 2022](#)), sin embargo no queda claro cuál leche es mejor, ya que los datos obtenidos no son concluyentes. De lo



anterior se desprende que el avance en la caracterización de la leche orgánica ofrece información sobre las regiones que producen leche orgánica con atributos particulares de cada región.

En México, Chiapas es uno de los estados con mayor reconocimiento en producción orgánica, el café es el producto con mayor participación en este tipo de productos (Folch & Planas, 2019). Sin embargo, ha ganado terreno en la producción de leche y se encuentra activamente en la transición de sistemas de producción convencional a sistemas de producción de leche orgánica. Dado que el municipio de Tecpatán, es uno de los principales municipios que han implementado este tipo de sistemas de producción, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la calidad fisicoquímica de la leche orgánica que se produce en Tecpatán, Chiapas, México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Obtención de muestras

Las muestras de leche cruda orgánica se obtuvieron de ganado de raza criolla (cebú-pardo suizo) del municipio de Tecpatán, Chiapas. Este municipio se considera con potencial para la ganadería, ya que cuenta con variedad de pastos, suelos adecuados y abundantes lluvias, se consideró la época de lluvia, los meses de junio a noviembre y seca de diciembre a mayo. Tiene alrededor de 80 ranchos, que producen leche en condiciones de sistemas de producción orgánica con un total de 3500 cabezas de ganado, alimentado en pastoreo con pastos Insurgente (*B. brizantha*), Mombaza (*P. máximum*), Rajador (*L. divaricatum*), Cabezón (*P. virgatum* L.) y Mulato (*Bracharia híbrido* 36087).

Tecpatán se ubica entre los paralelos 16°59' y 17°24' de latitud norte; los meridianos 93°14' y 93°13' de longitud oeste; altitud entre 0 y 1200 m. El clima es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (50.37%), cálido húmedo con lluvias todo el año (49.11%) y semicálido húmedo con lluvias todo el año (0.52%) (INEGI, 2024).

Cada mes durante un año, se obtuvieron muestras de un litro de leche orgánica producida en tres ranchos (R) de 80 R que se encuentran en Tecpatán. Asimismo, se colectó un litro de leche del tanque colector y de enfriamiento que se dispone para todos los productores de leche orgánica del municipio, se tuvo un total de 4 litros por mes durante un año (n=48). Las muestras fueron etiquetadas y trasladadas al laboratorio para su análisis en condiciones de refrigeración (COFOCALEC, 2017).

Análisis de laboratorio

Determinación de punto de congelación

El principio del método de crioscopia se basa en la Ley de Raoult, que señala que tanto el descenso crioscópico, como el ascenso ebullicópico, están determinados por la concentración molecular de las sustancias disueltas (NMX-155-SFCI-2012). El punto



crioscópico en las muestras de leche se midió en grados Celsius con un crioscopio Advanced Instruments Inc. (mod 4D3, Massachusetts, USA).

Determinación de acidez

La acidez de las muestras de leche se determinó mediante titulación alcalina con hidróxido de sodio (J.T. Baker, Estado de México, México), se empleó solución fenolftaleína (J.T. Baker, Estado de México, México) como indicador ([NMX-155-SFCI-2012](#)).

Determinación de pH

El análisis de pH en las muestras de leche se realizó mediante medición en potenciómetro (Mettler, Greinfensee, Suiza), previamente calibrado con soluciones buffer 4, 7 y 10.

Determinación de grasa, proteína, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos

La determinación de grasa, proteína, sólidos totales y sólidos no grasos en la leche en estudio se llevó a cabo mediante espectroscopía infrarroja, se utilizó un milkoscan 133B (FOSS Electric, Hilleroed, Denmark).

Determinación de caseína

La técnica para la determinación de caseína en las muestras de leche constó de tres etapas:

Determinación de las proteínas totales por milkoscan (Lectura A); eliminación de la caseína con solución ácida: se calentaron a 40°C 100 mL de leche y se le adicionó una solución ácida (H₂SO₄ 1N) (J.T. Baker, Estado de México, México) gota a gota con agitación constante hasta obtener un pH de 4.6. El suero obtenido se filtró y centrifugó a 1200 rpm durante 5 min; determinación de la proteína del suero: al suero del punto 2 se le determinó el contenido de proteína con el equipo milkoscan (Lectura B).

Para convertir el porcentaje de proteína a porcentaje de caseína (g/L) se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ caseína (g/L)} = K = \text{Lectura A} - \text{Lectura B}$$

Análisis estadístico

El estudio fue de carácter descriptivo y longitudinal durante un año, con observación mensual.

La variable dependiente fue la calidad de la leche evaluada en términos de sus características fisicoquímicas (variables independientes).

Con los datos obtenidos se obtuvieron las medidas descriptivas y se llevó a cabo un análisis de varianza de una sola vía, seguida de la prueba de Tukey para igualdad de medias de las variables independientes de la leche procedente de los diferentes ranchos. Se aplicó la prueba t-student para observar el efecto época del año (lluvia y seca).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores encontrados en las variables fisicoquímicas de la leche orgánica y los valores establecidos en la normatividad mexicana se presentan en la Tabla 1. No se encontró diferencia estadística ($P \geq 0.05$) en las leches de los ranchos y tanque colector, aunque se presentaron valores ligeramente mayores de grasa y proteína en el R3. Los contenidos de grasa de los ranchos 1, 2 y tanque colector no cumplen con el contenido mínimo requerido (30 g/L) en la Norma Oficial Mexicana [NMX-155-SFCI-2012](#). Esto podría ser causa del sistema de producción, ya que la producción de leche orgánica se caracteriza por alimentación del ganado en libre pastoreo, y como consecuencia, la disminución del contenido graso.

En cuanto a la estacionalidad (épocas de lluvia y seca), la prueba t-student arrojó diferencias estadísticas ($P < 0.05$) en las variables punto de congelación, grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos (Tabla 2).

Tabla 1. Valores medios y desviaciones estándares de las variables fisicoquímicas de la leche producida en Tecpatán, Chiapas (R 1, 2, 3 y TC) y especificaciones de Norma Oficial Mexicana.

Característica	Media $\pm$ DE*	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE	Norma Oficial***
	R1	R2	R3	TC**	
Punto crioscópico, °C	-0.537 $\pm$ 0.46	-0.527 $\pm$ 0.26	-0.539 $\pm$ 0.45	-0.540 $\pm$ 0.49	(-0.540,-0.510)
Acidez, g/L	1.61 $\pm$ 0.28	1.45 $\pm$ 0.44	1.45 $\pm$ 0.23	1.66 $\pm$ 0.29	1.3 mín, 1.7 máx
pH	6.68 $\pm$ 0.15	6.75 $\pm$ 0.25	6.76 $\pm$ 0.15	6.56 $\pm$ 0.36	-
Grasa, g/L	28.5 $\pm$ 0.65	28.0 $\pm$ 1.29	30.1 $\pm$ 0.66	29.1 $\pm$ 0.55	30 mín
Proteína, g/L	33.7 $\pm$ 0.43	31.7 $\pm$ 0.29	34.4 $\pm$ 0.27	34.1 $\pm$ 0.33	30 mín
Lactosa, g/L	50.7 $\pm$ 0.35	50.4 $\pm$ 0.31	50.1 $\pm$ 0.37	50.1 $\pm$ 0.41	43 mín, 52 máx.
Sólidos totales, g/L	121.1 $\pm$ 1.28	117.3 $\pm$ 1.66	120.4 $\pm$ 1.47	122.0 $\pm$ 1.20	-
Sólidos no grasos, g/L	91.8 $\pm$ 0.77	88.5 $\pm$ 0.55	92.3 $\pm$ 0.63	91.6 $\pm$ 0.73	83 mín
Caseína, g/L	23.8 $\pm$ 0.28	23.9 $\pm$ 0.27	26.3 $\pm$ 0.32	25.5 $\pm$ 0.27	24 mín

*: desviación estándar; **: tanque colector; ***: NOM-155-SCFI-2012. Letras diferentes en la misma fila indican significancia estadística al 95%.

Tabla 2. Valores medios y desviaciones estándares de la leche producida en Tecpatán, Chiapas (R 1, 2, 3 y TC) en las épocas de lluvia y seca.

Característica	Media $\pm$ DE*	Media $\pm$ DE
	Lluvia	Seca
Punto congelación, °C	-0.523 $\pm$ 1.50	-0.551 $\pm$ 0.13
Acidez, g/L	1.43 $\pm$ 0.02	1.66 $\pm$ 0.19
pH	6.74 $\pm$ 0.02	6.63 $\pm$ 0.17
Grasa, g/L	27.0 $\pm$ 0.17	30.9 $\pm$ 0.03
Proteína, g/L	31.9 $\pm$ 0.13	35.0 $\pm$ 0.11
Lactosa, g/L	50.3 $\pm$ 0.03	50.2 $\pm$ 0.12
Sólidos totales, g/L	116.9 $\pm$ 0.41	123.5 $\pm$ 1.87
Sólidos no grasos, g/L	88.6 $\pm$ 0.12	93.5 $\pm$ 0.23
Caseína, g/L	23.8 $\pm$ 0.11	25.9 $\pm$ 0.15

*: desviación estándar. Letras diferentes en la misma fila indican significancia estadística al 95%.



Punto de congelación

El punto de congelación o índice crioscópico estuvo dentro de lo que establece la normatividad mexicana (NMX-155-SFCI-2012). Lo que supone que no hubo adición de agua, ya que esta variable varía en función de los componentes solubles en agua, como minerales y lactosa. Los valores hallados evidencian que los productores de leche orgánica de Tecpatán, no cometen fraude con adición de agua. En un estudio llevado a cabo en leche orgánica de la República Checa se encontró el punto de congelación (-0.526) dentro de los valores que establece la normatividad mexicana y cercano a lo encontrado en este trabajo; la variabilidad de esta característica se atribuye a la alimentación del animal, ingesta de agua y estrés calórico (Kourimská *et al.*, 2014).

Al aplicar la prueba t-student se encontró diferencia estadística en épocas del año, en seca hubo mayor punto de congelación (-0.551°C), lo cual es congruente con el factor estacionalidad, ya que en época de seca disminuye la disposición del pasto natural y en consecuencia la disminución de producción de leche, pero se concentran más los sólidos, lo que hace que el punto de congelación disminuya (Kourimská *et al.*, 2014). Los hallazgos en este estudio coinciden con lo informado para leche pasteurizada de Azerbaijón, Irán, en donde se reportó una diferencia significativa ($P < 0.05$) en el punto de congelación entre verano e invierno (-0.50 vs -0.51°C) (Moosavy & Roostaei, 2017). Igualmente, en otro estudio realizado en leche de ganado Holstein en Inglaterra se registró un punto de congelación mayor en invierno que en primavera y verano (Chen *et al.*, 2014).

Acidez

Los valores de acidez oscilaron entre 1.45 y 1.66 g/L, los cuales estuvieron dentro del intervalo que señala la normatividad mexicana (1.3 a 1.7 g/L) (NMX-155-SFCI-2012). Esta variable es la de mayor dispersión debido a la concentración de microorganismos que convierten la lactosa a ácido láctico. Aunque, también otros componentes pueden alterar la acidez de la leche, como los citratos, fosfatos y proteínas, por lo que se debe tener cuidado al valorar la acidez de la leche, ya que se puede confundir entre contaminación microbiana y contenido de proteínas en la leche. La acidez en esta investigación es ligeramente mayor a la encontrada por Smigic *et al.* (2016), en leche orgánica de Serbia (1.3 g/L), lo que probablemente se deba a que las granjas de ese país tienen mayores exigencias en sus sistemas de producción orgánica, ya que son frecuentemente auditadas por auditores internos y por organismos nacionales de certificación. Al contrastar con leche cruda convencional de Qazvin, Irán (2.0 g/L), se observa que la leche orgánica presenta menor acidez (Kazeminia *et al.*, 2019).

El efecto época del año no presentó significancia estadística ($P \geq 0.05$), lo cual puede ser debido al control de la temperatura de las muestras desde la colecta en los ranchos y tanque colector hasta la llegada y análisis en laboratorio, de esta manera se evitó la rápida proliferación microbiana. Estudios realizados en diversos países coinciden con el



nulo efecto estacional en la acidez de la leche con valores mayores en época de seca, sin llegar a la significancia estadística (Moosavy & Roostae, 2017; Kazeminia *et al.*, 2019).

pH

Los valores de pH estuvieron entre 6.56 y 6.76, con valor menor para el TC y el mayor para el R3, lo que pone en evidencia que la leche analizada se encuentra dentro de los valores para leche fresca establecidos en diferentes países (6.5 a 6.9) (Moosavy & Roostae, 2017; Brodziak *et al.*, 2021). El valor obtenido en la leche del TC (6.76) indica la posibilidad de que algunos ranchos vierten leche con pH menor a 6.5 o en otro caso, el tiempo de permanencia en el mismo altera el pH. Esta característica es de suma importancia, ya que existe información que vincula la calidad de la producción primaria con la calidad del producto transformado, en países europeos como en Polonia se estipula que la leche cruda debe tener pH entre 6.6 y 6.8 para garantizar la calidad del producto lácteo (Brodziak *et al.*, 2021).

Los valores de pH para seca (6.63) y lluvia (6.74) no arrojaron diferencia estadística ($P \geq 0.05$), en ambas épocas no se observó algún valor inferior a 6.5 y superior a 6.9, por lo que el pH fue constante durante el año de estudio; pH mayor a 6.9 podría inferir un problema de mastitis en el ganado lechero. La ausencia de significancia estadística en pH por el efecto época del año coincide con lo reportado para leche de la provincia de Qazvin, Irán (Kazeminia *et al.*, 2019).

Grasa, proteína y lactosa

Los contenidos de grasa, proteína y lactosa presentaron valores muy similares en los ranchos y tanque colector. En cuanto a grasa, los valores en los R 1 y 2 y tanque colector (28.5, 28.0 y 29.1 g/L, respectivamente) fueron menores a lo que estipula la normatividad mexicana (30.0 g/L mínimo). El valor del tanque colector (29.1 g/L) podría sugerir que la mayoría de los ranchos tienen valores menores a 30 g/L. En un estudio realizado en Serbia por Smigic *et al.* (2016) en leches cruda orgánica y procesada, registraron valores en grasa (32.6 g/L) y proteína (38.0 g/L) mayores a los encontrados en esta investigación, esta diferencia podría explicarse por el tipo de raza, ya que en el presente estudio las vacas fueron de raza criolla (cebú-pardo suizo) y en el de Serbia fueron razas especializadas en producción de leche (Holstein y pardo suizo). Otras investigaciones explican la variabilidad de la composición de leche orgánica debida a las características propias del animal y condiciones de manejo de los sistemas de producción (Brodziak *et al.*, 2021; Lakstina *et al.*, 2023).

La variación observada en las épocas de lluvia y seca fue significativa ($P < 0.05$) en los contenidos de grasa, proteína y lactosa. Los valores mayores fueron para grasa (30.9 g/L) y proteína (35.0 g/L) en época de seca, lo cual es entendible, ya que se ha documentado que en época de seca hay menor biomasa de pastos y menor producción



de leche, pero con mayor contenido de grasa y proteína (Tunick *et al.*, 2016). El nivel de lactosa fue marginalmente diferente ($P \approx 0.05$), con valores 50.3 y 50.2 g/L para lluvia y seca, esto es relativamente comprensible, ya que la lactosa es el macrocomponente con menor variación en el contenido de la leche (Tunick *et al.*, 2016). En estudios realizados en leche orgánica producida en Estados Unidos se encontró un comportamiento similar a este estudio, los valores de grasa y proteína fueron mayores en la época de seca (otoño-invierno) respecto a la época de lluvia (primavera-verano), 40.4 y 33.8 g/L vs 3.56 y 3.26 g/L, respectivamente. En cuanto a lactosa, la variación también fue menor. Kourimská *et al.* (2014) también encontraron, durante los meses de invierno, mayores niveles de grasa y proteína en leche orgánica de la República Checa, con variabilidad menor en lactosa. Mientras que una investigación realizada en leche orgánica producida en Florina, Grecia, se encontró mayor contenido de grasa en invierno (3.82 g/L), pero sin alcanzar la significancia estadística; para proteína sí se registró significancia al 99% con mayor cantidad en invierno y menor en verano (3.51 y 3.28 g/L), respectivamente y, para lactosa se informó contenido significativamente mayor en otoño (4.61 g/L, $P < 0.05$), respecto a las otras estaciones (Kasapidou *et al.*, 2023).

Sólidos totales

En sólidos totales (ST) no se encontró diferencia significativa ($P \geq 0.05$) entre las leches de los R y TC, el contenido menor lo presentó el R2 (117 g/L) y el mayor el TC (122 g/L) sin llegar a la significancia estadística. Es de observarse que los valores de los R 1, 2 y 3 fueron menores al valor del TC (Tabla 1), lo que podría significar que los demás ranchos, de los 80 que hay en Tecpatán, determinan el contenido de ST del TC. El valor del TC es similar a lo informado por Bernal *et al.* (2007) para leche producida en sistemas campesinos del estado de México (122 vs 123 g/L); donde los animales, al igual que en este estudio, pastorean gran parte del día (5 a 6 horas). Los niveles encontrados en esta investigación son ligeramente mayores a lo encontrado en leche de vacas de doble propósito del estado de Campeche, México (114 g/L) y ligeramente menores a lo publicado para leche de vacas Holstein/Friesian de Italia (127 g/L) (Pastorelli *et al.*, 2023), lo que hace evidente la importancia del factor raza en el contenido de sólidos totales. El contenido de sólidos totales es una característica importante en la leche, sobre todo para los productores e industriales transformadores de la leche, ya que se reconoce que a mayor contenido de sólidos totales mayor rendimiento en la elaboración de queso (Bernal *et al.*, 2007), por lo que es conveniente mantener constante durante el año el contenido de ST.

En este trabajo se obtuvieron 117 g/L en época de lluvia y 123 g/L en seca, pero sin llegar a tener significancia estadística ($P \geq 0.05$). Resultados ligeramente mayores se registraron para leche producida en Italia, en verano e invierno se tuvieron 127.8 y 127.6 g/L, respectivamente, sin presentar significancia estadística ($P \geq 0.05$) (Pastorelli *et al.*, 2023). Sin embargo, hay investigaciones que han encontrado diferencia estadística en el



contenido de ST debido al efecto estacional, con mayor contenido en época de seca (Chen *et al.*, 2014; Moosavy & Roostaei, 2017).

Sólidos no grasos

Los sólidos no grasos (SNG) oscilaron entre 88.5 y 92.3 g/L, con 91.3 g/L para el TC. Valores que no arrojaron diferencia estadística ($P \geq 0.05$) y fueron superiores al mínimo (83 g/L) que establece la NOM-155-SCFI-2012 para leche de consumo humano. La variación entre los R y TC no llegó a la significancia estadística, muy probablemente por las características similares de producción de los R del municipio, sobre todo en lo concerniente a la alimentación y raza del ganado. Kourimská *et al.* (2014) hallaron 86.6 g/L en leche orgánica de vacas Holstein de la República Checa, lo cual es entendible ya que el factor raza es una determinante en la composición de la leche, y la raza Holstein al tener mayor volumen de producción respecto a cruza cebú-suizas, menor es el contenido de sólidos no grasos.

En cuanto a la variación estacional, los valores de SNG para lluvia (88.6 g/L) y seca (93.5 g/L) presentaron significancia estadística ($P < 0.05$). Estos hallazgos son congruentes y divergentes con lo que señalan otros autores para diferentes tipos de leche, convencional y orgánica, ya que se tiene documentado que en época de seca disminuye la producción de leche, pero se concentran más sus componentes no grasos (Moosavy & Roostaei, 2017). Sin embargo, otros investigadores han encontrado mayores contenidos en época de lluvia e inclusive no han reportado significancia por el efecto de la estacionalidad (Belkhemas *et al.*, 2021).

Caseína

El contenido de caseína tampoco evidenció diferencia estadística ($P \geq 0.05$) entre los R y TC, el valor mínimo fue para el R1 (23.8 g/L) y el máximo para el R3 (26.3 g/L). Sin embargo, los R 1 y 2 estuvieron por debajo del mínimo (24 g/L) que señala la NOM-155-SCFI-2012 para leche de consumo humano, no obstante los resultados del análisis de las muestras de leche no indican que la mayoría de los R tengan valores menores a 24 g/L de caseína, ya que el valor del TC fue 25.5 g/L, el cual concentra la producción de leche orgánica de todos los R del municipio. Los valores encontrados en esta investigación son ligeramente menores a lo informado por Kourimska *et al.* (2014) para leche orgánica de vacas raza Holstein (26.1 g/L).

La época del año no vislumbró un efecto significativo ($P \geq 0.05$) en los contenidos de caseína en lluvia y seca, no obstante, fue notable el mayor contenido en seca (25.9 vs 23.8 g/L), tal como se observó en los valores de proteína, pero sin llegar a la significancia estadística. Este comportamiento se debió a la dispersión mayor de los valores durante la época de seca (desviación estándar = 0.15). En un estudio llevado a cabo en Inglaterra con leche de vacas Holstein, se encontró que sí hubo efecto de la estación en el contenido de caseína, con valores mayores en primavera (23.6 g/L) (Chen *et al.*, 2014), lo que



coincide con lo encontrado en esta investigación para la proteína, variable vinculada directamente con el contenido de caseína.

CONCLUSIÓN

Se evaluó fisicoquímicamente a la leche orgánica que se produce en el municipio de Tecpatán, Chiapas. Los valores de las variables punto congelación, pH, acidez, grasa, proteína, lactosa, sólidos totales, sólidos no grasos y caseína son comparables con lo informado para leche orgánica de otros países. El efecto de la época del año se observó en punto congelación, grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos. Cabe aclarar que, los valores obtenidos de las variables fisicoquímicas en esta investigación se contrastaron con lo establecido en la [NOM-155-SCFI-2012](#), pero dicha Norma es para leche convencional, por lo que los resultados de esta investigación podrían ser base para propuesta de Norma para leche orgánica.

LITERATURA CITADA

BELKHEMAS A, Niar A, Benallou B, Benahmed M. 2021. Effect of the season and the stage of lactation on the physicochemical properties of Holstein's cow milk in Tiaret, Algeria. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. 11(4):867-872. <https://doi.org/10.31407/ijees11.425>

BERNAL MLR, Rojas G A, Vázquez FK, Espinosa OA, Estrada FJ, Castelán OOA. 2007. Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México. *Veterinaria México*. 38(4):395-407. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42338402>

BÓRAWSKI P, Bórawski MB, Parzonko A, Wicki L, Rokicki T, Perkowska A, Dunn JW. 2021. Development of Organic Milk Production in Poland on the Background of the EU. *Agriculture*. 11(323):1-25. <https://doi.org/10.3390/agriculture11040323>

BRODZIAK A, Wajs J, Zuba-Ciszewska M, Król J Stobiecka M, Janczuk A. 2021. Organic versus Conventional Raw Cow Milk as Material for Processing. *Animals*. 11(2760):1-32. <https://doi.org/10.3390/ani11102760>

CANILEC (Cámara Nacional de la Industria de la Leche. Estadísticas del sector lácteo 2013-2023). 2024. México. <https://www.canilec.org.mx/estadisticas/>

CHEN B, Lewis MJ, Grandison AS. 2014. Effect of seasonal variation on the composition and properties of raw milk destined for processing in the UK. *Food Chemistry*. 158:216-223. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.118>



COFOCALEC (Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus Derivados, A.C.) 2017. NMX-F-718-COFOCALEC-2017. Sistema producto leche-alimentos-lácteos-leche y productos de leche-Guía de muestreo para el muestreo.

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5535556&fecha=22/08/2018#gsc.tab=0

FOLCH A, Planas, J. 2019. Cooperation, fair trade, and the development of organic coffee growing in Chiapas (1980–2015). *Sustainability*. 11(357):1-22.

<https://www.mdpi.com/2071-1050/11/2/357>

INEGI, 2024. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tecpatán, Chiapas. Clave 07092.

https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/07/07092.pdf

KASAPIDOU E, Stergioudi RA, Papadopoulos V, Mitlianga P, Papatzimos G, Karatzia MA, Amanatidis M, Tortoka V, Tsiftsi E, Aggou A, Basdagiani Z. 2023. Effect of farming system and season on proximate composition, fatty acid profile, antioxidant activity, and physicochemical properties of retail cow milk. *Animals*. 13:1-19.

<https://doi.org/10.3390/ani13233637>

KAZEMINIA M, Mahmoudi R, Ghajarbeygi P, Mousavi S. 2019. The effect of seasonal variation on the chemical and microbial quality of raw milk samples used in Qazvin, Iran. *Journal of Chemical Health Risks*. 9(2):157-165.

<https://jchr.org/index.php/JCHR/article/view/80/79>

KOURIMSKÁ L, Legarová V, Panovská Z, Pánek J. 2014. Quality of cow's milk from organic and conventional farming. *Czech Journal of Food Science*. 32(4):398-405.

<https://cjfs.agriculturejournals.cz/pdfs/cjf/2014/04/13.pdf>

LAKSTINA J, Ciprovica I, Zagorska J. 2023. Macroelement seasonal variations in latvian organic milk. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B*. 77(3/4):199-203. <https://doi.org/10.2478/prolas-2023-0028>

LOBOS-ORTEGA I, Pizarro-Aránquiz N, Urrutia NL, Silva-Lemus M, Pavez-Andrades P, Subiabre-Rivero I, Torres-Püschel D. 2022. Determination of nutritional health indexes of fresh bovine milk using near infrared spectroscopy. *Grasas y Aceites*. 73(2):1-15.

<https://doi.org/10.3989/gya.0450211>



MANUELIAN CL, Vigolo V, Burbi S, Righi F, Simone M, De Marchi M. 2022. Detailed comparison between organic and conventional milk from Holstein-Friesian dairy herds in Italy. *Journal of Dairy Science*. 105:5561-5572. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21465>

MOOSAVY MH, Roostaei N. 2017. Effects of seasonal and geographical variations on the physicochemical properties of commercial pasteurized milk in the northwest of Iran. *Nutrition & Food Science*. 47(1):31-41. <https://doi.org/10.1108/NFS-02-2016-0017>

NMX-155-SFCI-2012 (Norma Oficial Mexicana). 2012. Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. México. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4692/seeco/seeco.htm>

PASTORELLI G, Scarano M, Speroni M, Attard E. 2023. Milk quality determined using chemical analysis and microwave plasma atomic emission spectrometry as a function of seasonality in two conventional Italian dairy farms. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 22(1):5-12. <http://dx.doi.org/10.17306/J.AFS.2023.1099>

PHUENPONG T, Kongboonkirda M, Duangmala K, Lerdvorasap W, Suksawwawimon M, Mekboonsonglarpc W, Nuamchitd J, Chantaprasarn N, Settachaimongkona S. 2021. Molecular Discrimination between organic and conventional liquid milk products in Thailand using 1 H-NMR metabolomics approach. *Tropical Animal Science Journal*. 44(4):478-488. <https://doi.org/10.5398/tasj.2021.44.4.478>

SMIGIC N, Djekic I, Tomasevic I. 2016. Organic and conventional milk – insight on potential differences. *British Food Journal*. 119(2):366-376. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BFJ-06-2016-0237/full/html>

TUNICK MH, Van Hekken D, Paul M, Ingham ER, Karreman HJ. 2016. Case study: Comparison of milk composition from adjacent organic and conventional farms in the USA. *International Journal of Dairy Technology*. 69(1):137-142. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12284>

VALDEZ-ARJONA LP, Ortega-Cerrilla ME, Fraire-Cordero S, Arreola-Enríquez J, Crosby-Galván MM, Cruz-Tamayo AA, Ramírez-Mella M. 2020. Physicochemical and preference evaluation of silages from *Cucurbita argyrosperma* Huber residues and its effect on the production and composition of milk from dual-purpose cows in Campeche, Mexico: Pilot study. *Sustainability*. 12(18):1-15. <https://doi.org/10.3390/su12187757>

[Errata, Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-agroforestal/errata>



Abanico Agroforestal. Enero-Diciembre 2024; 6:1-22. <http://dx.doi.org/10.37114/abaagrof/2024.9>
Nota de investigación. Recibido: 06/05/2024. Aceptado: 19/09/2024. Publicado: 08/10/2024. Clave: e2024-8
<https://www.youtube.com/watch?v=8vRXxHRYxFI>

Dimensiones socioeconómicas de la gobernanza forestal en el Occidente de México

Socioeconomic Dimensions of Forest Governance in Western Mexico



Trujillo-Ubaldo Elizabeth^{1*}, Álvarez-López Plácido², Rodríguez-González Luz^{3**}

¹Universidad Autónoma de Nayarit. Programa de investigadoras e investigadores por México, Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías. Ciudad de la Cultura Amado Nervo, Tepic, Nayarit. México. C.P. 63155. ²Centro Regional de Formación Docente e Investigación Educativa. Calle Pirules norte sin número, Barrio de San Antonio, Axapusco, Estado de México, C.P. 55940. ³Universidad de Guadalajara. Departamento de Métodos, Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, Periférico Norte 799, Núcleo los Belenes, Zapopan, Jalisco, México. C.P. 45190. *Autor responsable: Trujillo-Ubaldo Elizabeth. **Autor de correspondencia: Rodríguez-González, Luz. E-Mail: elizabeth.trujillo@uan.edu.mx, placido.alvarez@crefodiemex.edu.mx, luz.rodriguez@ucea.udg.mx

RESUMEN

La propiedad social de los terrenos forestales juega un rol fundamental en México. Una proporción significativa de estos bosques, vitales para la retención y captura de carbono, se ubica actualmente en tierras ejidales y comunales. No obstante, a pesar de la relevancia ecológica de estas zonas, sus habitantes viven en condiciones de pobreza y marginación. El objetivo de esta investigación es realizar un análisis exploratorio de las condiciones socioeconómicas de los actores clave de ejidos y comunidades forestales en la región occidente de México. A través de un muestreo aleatorio estratificado, se levantó información socioeconómica de los actores clave de los ejidos y comunidades. Los actores se categorizaron en dos grupos: los que recibieron apoyos gubernamentales entre los años 2014 a 2019, y aquellos que manifestaron no haber recibido apoyo. A partir de un análisis de diversos indicadores y estadísticos descriptivos, se hallaron relaciones directas entre las actividades forestales en estos ejidos y comunidades con la asignación de recursos gubernamentales. Por último, la escasez de fuentes de empleo y oportunidades de negocio limita el crecimiento de las zonas forestales y contribuye a la alta marginación en los ejidos y comunidades de la región occidente de México.

Palabras clave: núcleos agrarios, sector forestal, apoyos gubernamentales, ejidos y comunidades

ABSTRACT

The social ownership of forest lands plays a fundamental role in Mexico. A significant proportion of these forests, vital for carbon retention and capture, is currently located on ejidal and communal lands. However, despite the ecological relevance of these areas, their inhabitants live in conditions of poverty and marginalization. The objective of this research is to conduct an exploratory analysis of the socioeconomic conditions of key actors in ejidos and forest communities in the western region of Mexico. Through stratified random sampling, socioeconomic information was gathered from the key actors of the ejidos and communities. The actors were categorized into two groups: those who received government support between 2014 and 2019, and those who reported not having received support. Based on an analysis of various indicators and descriptive statistics, direct relationships were found between forestry activities in these ejidos and communities and the allocation of government resources. Finally, the scarcity of



employment sources and business opportunities limits the growth of forest areas and contributes to the high marginalization in the ejidos and communities of the western region of Mexico.

Keywords: agrarian nuclei, forestry sector, government support, ejidos and communities

INTRODUCCIÓN

Las condiciones que el modelo neoliberal impuso motivaron una serie de preocupaciones sobre la factibilidad de mantener los recursos de uso común. Aunado a ello, el cambio climático y el acelerado consumo y deterioro de los recursos naturales han reavivado las discusiones en torno a las políticas medioambientales, forestales y sobre los derechos de propiedad. De acuerdo con [Madrid et al. \(2009\)](#), entre los años ochenta y noventa se avivó el debate sobre una supuesta imposibilidad de las personas a cooperar para el manejo de los bienes comunes de manera sustentable, lo que incrementó notablemente el discurso sobre la pertinencia de la propiedad colectiva; en tanto que [Merino & Segura \(2007\)](#), [Merino \(2018\)](#), [Etxezarreta & Merino \(2013\)](#) especifican que justo la inestabilidad de los derechos de propiedad es la causa central de los procesos de deterioro, porque se habla de propiedad comunitaria, donde [Ostrom, \(2010\)](#) señala que regularmente este tipo de recursos tienden a lo que se conoce como la “tragedia de los bienes comunes”. Por otro lado, [Runge et al., \(2006\)](#) cuestionan que los recursos administrados por la propiedad común necesariamente sean ineficientes, señalando que este tipo de propiedad puede evitar la tragedia bajo ciertas condiciones [\(Ferreira et al., 2019\)](#).

En el caso de México, la figura del ejido tiene sus orígenes el 6 de enero de 1915, a través de la Ley Agraria, que estableció esta figura de tenencia de la tierra y gestión comunitaria de los recursos como un componente central de los esfuerzos de reforma agraria del país tras la Revolución Mexicana. El sistema ejidal otorgó derechos de tierra y propiedad comunal a las comunidades agrícolas rurales, empoderándolas para gestionar y utilizar colectivamente sus recursos naturales compartidos, incluidos los bosques [\(Cárcar, 2013; Neri & Camacho, 2019\)](#).

A través del artículo 27, en la constitución de 1917, se reconocieron tres formas de propiedad rural: la pequeña propiedad privada, el ejido y las comunidades. Entre 1917 y 1984, particularmente con la Reforma Agraria en México, se entregó la posesión, uso y usufructo de los bosques y las áreas silvestres a ejidos y comunidades. En el siglo XX, la estructura agraria de México cambió, la superficie bajo el régimen de propiedad social pasó de 6.8% a 50% entre 1930 y [1970 \(Appendini, 2010\)](#).

En México, según datos del Censo Ejidal 2007 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), existían un total de 31,514 ejidos o comunidades que abarcaban una superficie de más de 105 millones de hectáreas, 20.65% de los ejidos y comunidades distribuidos en los estados de Veracruz y Chiapas. La superficie promedio nacional de



los ejidos es de 3,361 ha, y de los más de 5.6 millones de ejidatarios y comuneros, 47.6% está concentrado en cinco estados: Estado de México, Guerrero, Veracruz, Oaxaca y Chiapas (Morett & Cosío, 2017). En 2023, según datos del Padrón e Historial de Núcleos Agrarios (PHINA) en México existen 28,502 ejidos y 1,994 comunidades certificadas que se distribuyen en una superficie de poco más 91 millones de hectáreas, el tamaño promedio de los ejidos y comunidades disminuyó a las 3 mil hectáreas por núcleo.

Respecto a la superficie forestal de México, esta es equivalente a 71% del territorio nacional, más de 34 millones de hectáreas (25.1%) son de bosques, 30,332 millones de hectáreas (21.9%) de selva, y el resto son manglares, matorrales y otras asociaciones y áreas forestales (Palacio *et al.*, 2000). Incluso, en lo relativo a la estructura de la propiedad forestal, el porcentaje más alto corresponde a comunidades y ejidos, alcanzando el 62% de la superficie forestal nacional (Reyna *et al.*, 2021; Torres *et al.*, 2022). Sin embargo, estos espacios comunes encaran una serie de problemáticas como la degradación y deforestación, que no se limita únicamente a factores económicos (Durán *et al.*, 2011).

De 2001 a 2019, 73.8% de la deforestación bruta fue ocasionada por la conversión de terrenos forestales a pastizales, generalmente usados para la ganadería extensiva; 22% se debió a la conversión de terrenos deforestados para utilizarlos en cultivos agrícolas y 4.2% fue deforestado para el crecimiento de áreas urbanas, desarrollos turísticos, infraestructura, entre otros de acuerdo a información de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2022).

De acuerdo con la CONAFOR, 11.87 millones de personas viven en más de 103 mil localidades ubicadas en un radio máximo de 500 metros de las áreas forestales; de estas mismas, 3.6 millones de personas se autoadscriben como población en hogares indígenas, concentrándose sobre todo en los estados de Yucatán, Oaxaca, Quintana Roo y Chiapas. Aunque la población indígena representa 3% de la población nacional, 77.6% de los hablantes de lengua indígena presentan mayores niveles de marginación y pobreza (CONAFOR, 2022).

En los últimos 20 años, las políticas forestales impulsadas por el Gobierno Federal están enfocadas al apoyo de redes locales de valor y de economías solidarias regionales, sobre todo, en el desarrollo social con la finalidad de reducir las brechas de desigualdad de las comunidades forestales (CONAFOR, 2022). Además de la riqueza forestal, la propiedad social también provee de servicios ambientales, puesto que esta concentra 80% de la biodiversidad y riqueza natural del país (Morett & Cosío, 2017). De lo anterior, se destaca que el capital social de los núcleos agrarios desempeña un papel fundamental en el éxito o no de los proyectos forestales comunitarios (Martínez *et al.*, 2015). Por lo anterior, el



objetivo de esta investigación es caracterizar las condiciones socioeconómicas de los actores clave de los ejidos y comunidades forestales de la región occidente de México, conformada por los estados de Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán.

Antecedentes

La economía mundial está en constante cambio y se caracteriza por empresas de alta tecnología, la formación de mercados globales, distribuidos en bloques económicos internacionales, redes de comunicación de gran velocidad que permiten un intenso flujo de capitales y el comercio electrónico. Esto ha generado que existan presiones en diversos sectores económicos, especialmente en el primario. Uno de los subsectores más afectados es el de los recursos forestales (Álvarez *et al.*, 2015).

En la actualidad existe una extensión considerable de terrenos forestales de propiedad comunal, los cuales dependen de los ecosistemas forestales. Según datos de la CONAFOR (2022) 103,605 localidades se distribuyen en áreas forestales en donde habitan más de 11.8 millones de personas; en condiciones de pobreza y marginación. Casi la tercera parte de la población indígena (30.3%) experimenta pobreza extrema, proporción significativamente mayor a la que se registra entre población no indígena (5.6%). Asimismo, la población en situación de pobreza extrema es mayor en zonas rurales que en zonas urbanas, 16.7% y 6.1% respectivamente (Soloaga *et al.*, 2022).

Del total de la superficie de México (196.5 millones de hectáreas), 192 millones corresponden al área rural; 46.1% (88.4 millones) tienen uso de suelo o vocación agropecuaria y más de 39 millones representan la superficie de agostadero, pastos naturales, enmontadas, bosques o selvas. Datos del Registro Agrario Nacional (RAN) muestran que 69% de los ejidos y comunidades tienen algún ecosistema como bosque, selva y/o matorrales que son valiosos para la retención y captura de carbono (Reyes *et al.* 2012; Morett & Cosío, 2017).

En México, la industria forestal está localizada en los estados de Durango, Chihuahua y Michoacán, que concentran 63% de todas las instalaciones industriales del sector (CONAFOR, 2023). Para el caso de la región Occidente, esta concentra 7.4% de la superficie total forestal del país, y el 17.2% es superficie arbolada (Bray *et al.*, 2007). En los estados que conforman esta región, habita el 11.9% de la población total del país. En esta región existen 3,658 ejidos y comunidades (Tabla 1), los cuales concentran 7.66 millones de hectáreas, equivalente a 48% de la superficie de la región (Reyes *et al.*, 2012).



Tabla 1. Sinopsis de ejidos y comunidades en la región Occidente de México

Estado	Ejidos y comunidades			
	Superficie (ha)	Número	Superficie (ha)	Proporción del estado
Nayarit	2,781,727	362	1,965,903	71%
Colima	575,491	165	335,235	58%
Jalisco	7,796,589	1,368	2,697,243	35%
Michoacán	5,829,628	1,763	2,660,760	46%
Resto de estados	179,044,237	25,806	86,530,677	48%
Total	196,027,672	29,464	94,189,818	48%

La mayor proporción de localidades forestales están localizadas en los estados de Jalisco y Michoacán. En tanto que los núcleos agrarios localizados en esta región se concentran también en los estados de Michoacán y Jalisco, la superficie forestal total es de poco más de 4.44 millones de hectáreas (Tabla 2).

Tabla 2. Población en zonas forestales y núcleos agrarios forestales de la región Occidente de México

Rubro	Entidad federativa				Total, región Occidente
	Colima	Jalisco	Michoacán	Nayarit	
Población total (2020)	731,391	8,348,151	4,748,846	1,235,456	15,063,844
Localidades ubicadas en zonas forestales	540	5,637	5,840	1,927	13,944
Población en áreas forestales	46,386	390,876	631,977	176,005	1,245,244
Población indígena en ecosistemas forestales	760	21,857	34,857	50,953	108,427
Núcleos agrarios	18	1,397	1,812	377	3,604
Superficie (ha)	5,436.60	2,753,275.20	2,708,842.70	2,034,249.60	7,501,804.10
Número de ejidos y comunidades con al menos 200 ha de bosque, selva y matorrales	1	896	1,082	296	2,275
Superficie forestal en núcleos agrarios forestales (ha)	389.9	1,562,848.60	1,473,232.10	1,410,246.30	4,446,716.90



Respecto a los programas de apoyo a este sector, la CONAFOR opera tres programas de apoyo: i) Desarrollo Forestal Sustentable para el Bienestar, ii) Programa de Compensación Ambiental por Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales y iii) Protección Forestal; los cuales están enfocados en la producción, productividad, conservación y restauración de las zonas forestales del país. En el ámbito nacional, los apoyos otorgados superaron los 2,043 millones de pesos a partir de 2019. No obstante, en 2022, el monto asignado para este rubro experimentó una disminución con respecto al ejercicio anterior. Cabe mencionar que esta reducción fue más significativa en la región occidente, una caída del 26.5% en contraste con el 8.8% a nivel nacional (Figura 1).

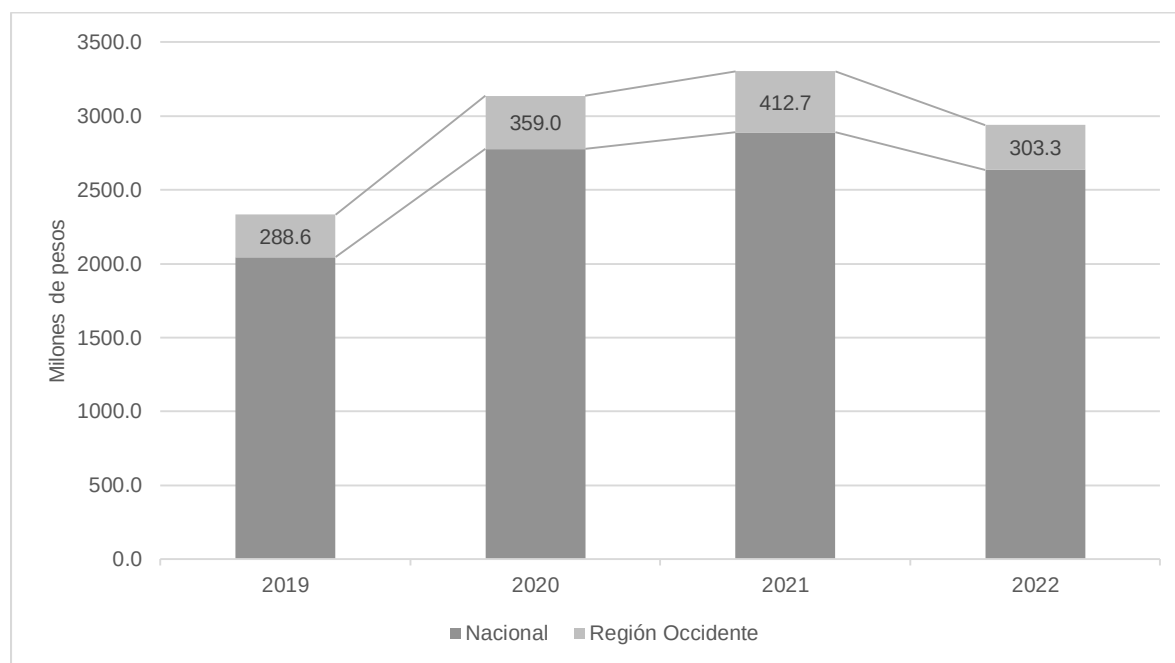


Figura 1. Monto de los apoyos para el desarrollo forestal, 2019-2022

En 2022, el componente del programa Desarrollo Forestal Sustentable para el Bienestar, que recibió una mayor cantidad de recursos fue el de servicios ambientales con más de 621 millones de pesos (401 apoyos), de los cuáles, la región Occidente recibió el 8.41%. Los ejidos y comunidades representaron el 93.8% de los solicitantes de este apoyo.

A pesar de la importancia del sector y de lo que esta actividad representa para muchos de los ejidos y comunidades de México, algunas instituciones como el Banco Mundial consideran que la producción maderera mexicana no es competitiva a nivel internacional, principalmente debido a los altos costos de producción, una gestión forestal comunitaria ineficiente, una gestión forestal activa limitada y una infraestructura insuficiente que hace que gran parte de la madera sea inaccesible (Ponce *et al.*, 2007; Tamarit *et al.*, 2019;

[Tamarit et al., 2021](#)), lo cual no termina de corresponder con la realidad de cientos de comunidades y ejidos forestales en el país [\(Sotelo, 1996\)](#).

MATERIAL Y MÉTODOS

En esta investigación se analizan los indicadores sociales, entendiéndose como aquellos indicadores no monetarios, que intentan cuantificar el grado de satisfacción individual. Un indicador social es una medida estadística directa y válida que permite observar el nivel y las variaciones en el tiempo de una preocupación social fundamental [\(Cecchini, 2005\)](#).

Área de estudio

La región occidente de México está conformada por cuatro estados: Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán (Figura 2). Esta región concentra aproximadamente 16.9 millones de hectáreas. Colinda al norte con los estados de Sinaloa, Durango y Zacateca, al oeste con los estados de Aguascalientes y Querétaro, al sur con los estados de Guerrero y Estado de México, y al este con el Océano Pacífico [\(INEGI, 2023\)](#).

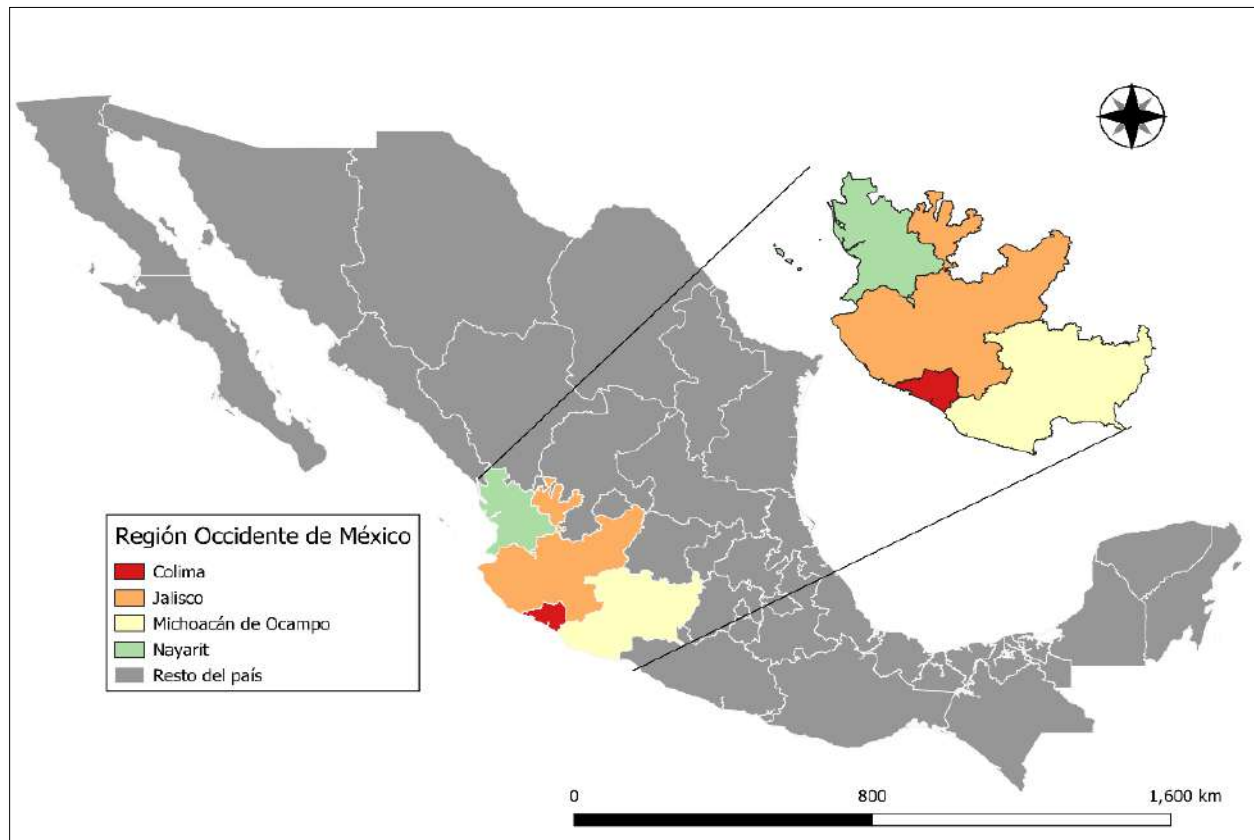


Figura 2. Área geográfica del estudio



Diseño de la encuesta y levantamiento de información

Diseñar cuidadosamente la encuesta es una técnica clave a considerar al realizar una investigación cuantitativa. Es importante tener en cuenta diversos aspectos, como el método de muestreo, las preguntas a incluir, así como pilotar y validar las preguntas. Esto ayudará a obtener información confiable y representativa de la población de estudio (Palacio *et al.*, 2000; Casas *et al.*, 2003).

En la presente investigación se levantó información socioeconómica de los actores clave de los ejidos y comunidades forestales en la región occidente, por medio de una encuesta probabilística en su modalidad de muestreo aleatorio estratificado bajo la técnica de recolección de información cara a cara. La población de estudio se estratificó por estado seleccionado.

La información se recolectó durante el cuarto trimestre de 2019. Los informantes clave fueron: representantes de ejidos y comunidades forestales (presidente, secretario o tesorero del comisariado ejidal o de bienes comunes) y representantes del consejo de vigilancia ejidal o comunal (CONAFOR, 2017).

Se diseñó un instrumento de recolección de datos que estuvo compuesto de tres dimensiones principales. Estas dimensiones abarcaron diversos aspectos clave que se buscaba capturar a través de la encuesta, con el fin de obtener información confiable y representativa de la población de estudio (Figura 3).

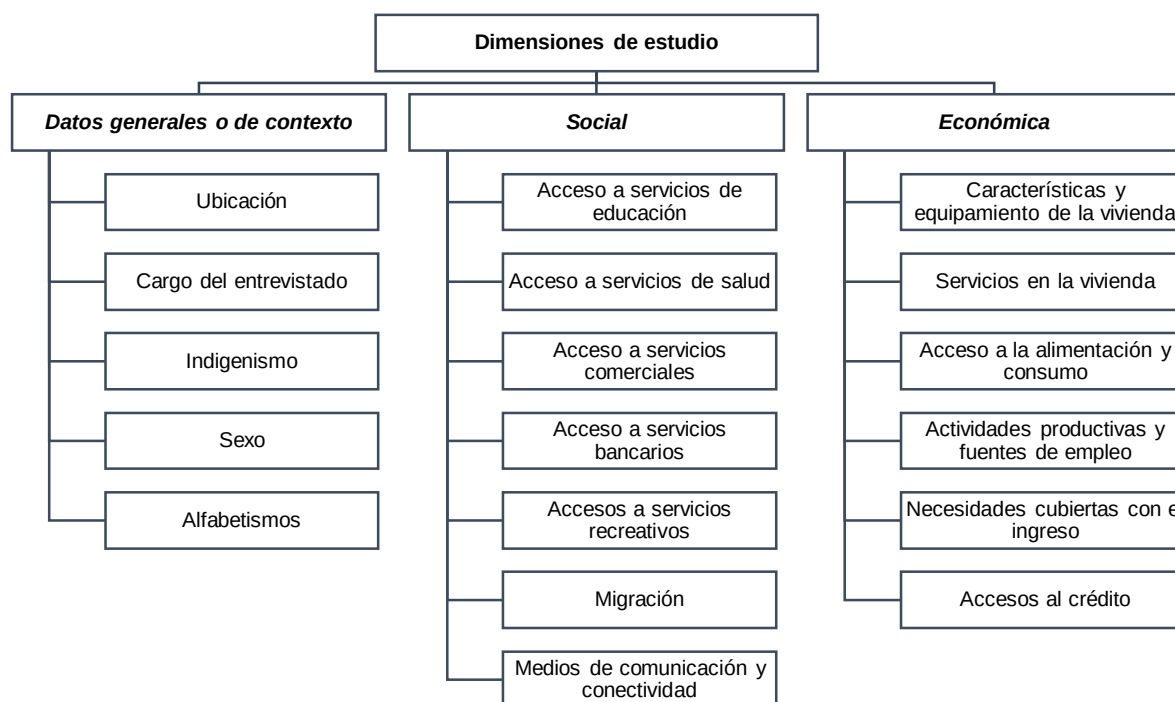


Figura 3. Dimensiones y principales unidades de análisis

Una vez definido el instrumento de recolección de información, este fue validado mediante una prueba piloto en campo.

Tamaño de muestra

La fórmula para el cálculo del tamaño de muestra fue tomada de [Vivanco \(2005\)](#):

$$n = \frac{(\sum_{i=1}^E N_i S_i^2)^2}{N^2 \frac{B^2}{Z^2} + \sum_{i=1}^E N_i S_i^2} \quad (Ec. 1)$$

Donde: n : Tamaño de la muestra; E : Número de estratos; N : Número total de unidades en el universo; N_i : Número de unidades en el i -ésimo estrato; S_i^2 : Varianza muestral del i -ésimo estrato; B : Tamaño del error máximo aceptable en la estimación de la media; y Z : Valor de la probabilidad asociada a la distribución normal estándar para la confiabilidad deseada $(1 - \frac{\alpha}{2})$.

Los criterios técnicos considerados fueron: 95% de confianza y 5% de error máximos aceptable. Para la estimación de la varianza se elaboró un índice simple de rango sumados de nivel socioeconómico.



Tabla 3. Universo de estudio y tamaño de muestra por estado seleccionado

Estado	Sub-Universo	Muestra
Nayarit	184	15
Colima	90	2
Jalisco	555	37
Michoacán	703	45
Total	1,532	99

Una vez concluido el levantamiento de información en campo (Tabla 3), se reagrupó la muestra (Tabla 4).

Tabla 4. Tamaño de muestra por grupo seleccionado

Grupo	Ejidotes y comunidades	Total de la muestra
1	Que han recibido apoyos gubernamentales (proyectos de inversión, productivos y subsidios al ingreso) en los últimos 5 años	90
2	Que no han recibido apoyos gubernamentales en los últimos 5 años.	9

Análisis de la información

Con el objetivo de extrapolar la información al universo de estudio, se calcularon los factores de expansión por estrato. Se estimó la probabilidad de que una unidad de muestreo forme parte de la muestra (conocida como *probabilidad de selección*). Los factores de expansión o ponderadores fueron calculados como el inverso de la probabilidad de selección (CONEVAL, 2007). A continuación, se presenta la fórmula para estimar los factores de expansión (Vivanco, 2005):

$$FE_{ij} = 1/p_{ij} \quad (Ec. 2)$$

Donde: FE_{ij} : Factor de expansión de la j -ésima unidad de muestreo en el i -ésimo estrato; y p_{ji} : Probabilidad de selección de la j -ésima unidad de muestreo en el i -ésimo estrato.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de indicadores del nivel socioeconómico

A continuación, se presentan los principales resultados de los indicadores socioeconómicos, expandidos al universo de estudio con ayuda de los factores de expansión presentados en la Ec. 2.



El 91.7% de los actores clave en la región occidente declararon que los ejidos o comunidades forestales que representan recibieron apoyos gubernamentales (proyectos de inversión, productivos y subsidios al ingreso) en los últimos 5 años (grupo 1), y 8.3% manifestaron no haber recibido apoyos gubernamentales (grupo 2).

Respecto a la variable lengua indígena, 15.6% de los actores clave del grupo 1 declararon hablar alguna lengua indígena, de estos, la lengua indígena con mayor presencia fue: Purépecha (63%), Huichol (18%), Cora (13%) y Mazahua (6%). En contraparte, en el grupo 2, el 100% declaró no hablar alguna lengua indígena.

Del total de entrevistados, en el grupo 1, 95% son hombres y 5% mujeres; mientras que, en el segundo grupo, todos los actores clave de los ejidos y comunidades son hombres. Asimismo, en la Figura 4 puede observarse que, en el primer grupo, el rango con mayor porcentaje es: de 41 a 50 años (38%), y 31 a 40 años (28%), que en conjunto representan 66% de las edades de los actores clave. En el caso del segundo grupo, el rango de edades con mayor porcentaje es de 51 a 60 años (77%) (Figura 4).

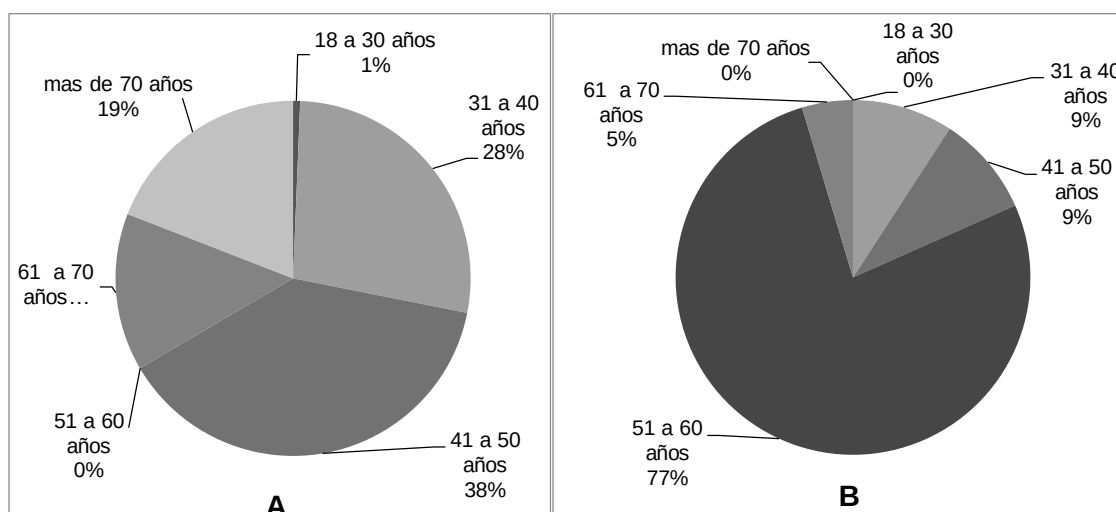


Figura 4. Porcentaje por rango de edades del estudio. A) grupo 1; B) grupo 2

Sobre los niveles de alfabetismos, 97% del primer grupo sabe leer y escribir y solo 3% declaro no saber leer y escribir. Respecto al grupo 2, 100% sabe leer. Por otra parte, en términos porcentuales, los actores clave de ejidos y comunidades en el grupo 2 presentan un porcentaje mayor con primaria concluida (Figura 5).

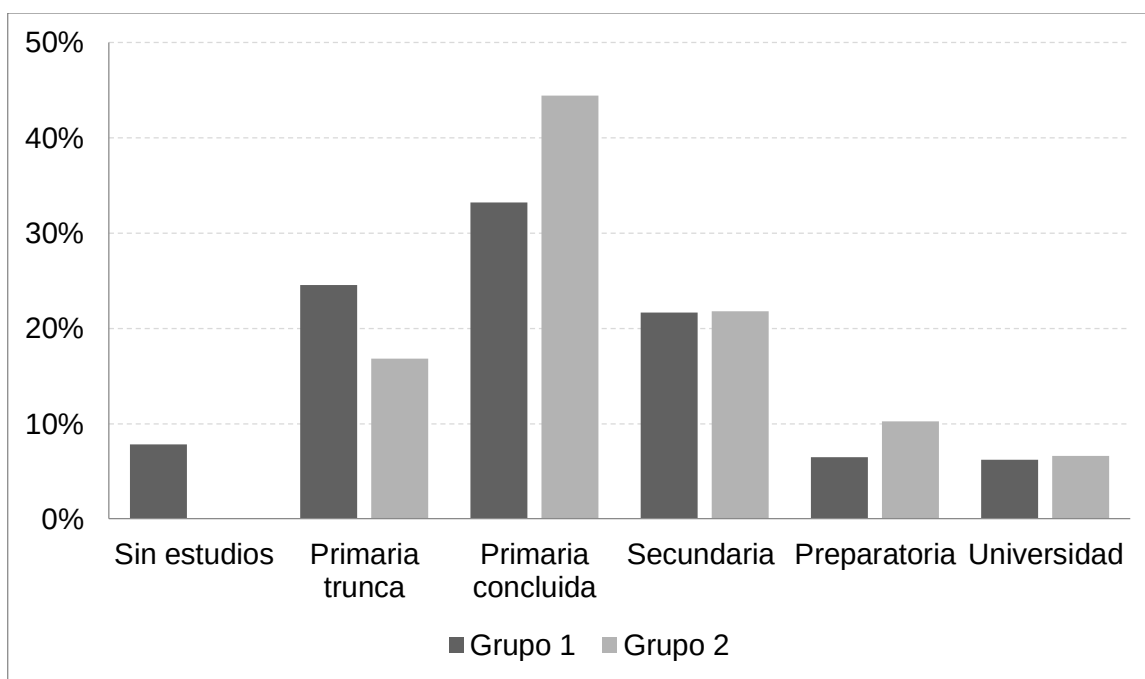


Figura 5. Nivel de escolaridad de los actores clave de los ejidos y comunidades

En la Tabla 5, se muestra que al menos 90% de los ejidos y comunidades tienen acceso a preescolar y primaria, 70% a secundaria, 30% preparatoria y 5% universidad, en ambos grupos de estudio. Es destacable que el porcentaje en los primeros años de escolaridad sea mayor, porque al menos, tienen acceso a 1.08 escuelas de educación preescolar, primaria y secundaria. Es destacable que el porcentaje en los primeros años de escolaridad sea mayor, porque al menos, tienen acceso a 1.08 escuelas de educación preescolar, primaria y secundaria. La evidencia recopilada sugiere que, aunque existen avances en cuanto a servicios educativos, aún persisten importantes brechas de acceso, particularmente en los niveles más altos de escolaridad (Palacio *et al.*, 2000).

Lo anterior sugiere que, los recursos humanos y financieros destinados a la educación se distribuyen de manera desigual entre los municipios, afectando la capacidad de los mismos para cumplir con sus obligaciones en términos de cobertura y calidad del servicio educativo (Melo *et al.*, 2016; Sánchez, 2018; Oyarce *et al.*, 2022).

De manera general, las condiciones de acceso a los servicios son mayores para el primer grupo, más que para el segundo grupo de estudio (Tabla 6). Para este último, solo los servicios comerciales son los que, de manera general tienen mayor presencia.



Tabla 5. Servicios de educación en los ejidos y comunidades por grupo de estudio

Acceso a servicios de educación	Porcentaje por grupo		Promedio de escuelas por grupo	
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2
Preescolar	97.97%	92.63%	1.36	1.08
Primaria	97.60%	90.79%	1.36	1.09
Secundaria	76.65%	70.55%	1.08	1.08
Preparatoria	34.86%	31.43%	1.09	1.08
Universidad	7.84%	5.53%	1.15	1.00

Tabla 6. Acceso a servicios en los ejidos y comunidades de la Región Occidente por grupo de estudio

Categoría	Acceso a servicio	Grupo 1	Grupo 2
Servicios de salud	Clínica	30.4%	28.3%
	Hospital público	8.2%	3.8%
	Consultorio particular	18.8%	12.0%
Servicios comerciales	Tienda comunitaria	67.1%	59.8%
	Mercado local	9.6%	13.9%
	Mercado municipal	6.3%	10.4%
	Mercado sobre ruedas o tianguis	21.7%	15.3%
Servicios bancarios	Banco o caja de ahorro	10.5%	7.4%
servicios recreativos	Centro recreativo	48.2%	40.9%
Migración	Emigración	88.7%	87.2%
	Inmigración	33.2%	32.0%
Comunicación y conectividad	Línea telefónica fija	24.7%	16.6%
	Teléfono móvil o celular	77.0%	76.5%
	Televisión de paga	42.9%	42.2%
	Internet	11.9%	3.8%
	Automóvil	13.8%	8.2%
	Camioneta cerrada o con cabina	11.4%	7.4%
	Camioneta de caja (pick up, redilas, estaquitas)	47.9%	48.8%
	Motocicleta o motoneta	9.3%	6.3%
	Bicicleta	18.0%	10.1%
	Vehículos de tracción animal	1.9%	1.1%



Tabla 7. Servicios a la vivienda

	Característica de la vivienda	Grupo 1	Grupo 2
Tipo de vivienda que habita	Casa independiente	98.90%	100.00%
Propiedad de la vivienda	Propia	94.90%	95.40%
Cuenta con escrituras o título de propiedad	A su nombre	64.80%	75.40%
	A nombre de otra persona	16.30%	8.20%
	No tiene escrituras	18.90%	16.40%
Principal material del piso	Tierra	12.10%	8.20%
	Cemento / firme	75.70%	75.70%
	Madera / mosaico	12.20%	16.10%
Principal material de las paredes o los muros	Lámina	0.90%	2.70%
	Adobe	24.80%	13.90%
	Carrizo/ bambú o palma	0.70%	3.50%
	Madera	9.00%	5.40%
	Tabique/ ladrillo/ block/ cemento	64.60%	74.40%
Principal material del techo	Lámina	41.00%	49.30%
	Teja	6.50%	3.50%
	Palma / paja	2.00%	0%
	Madera / tejamanil	6.00%	3.80%
	Losa de concreto	44.50%	43.30%
El servicio sanitario...	Tiene descarga directa de agua	51.90%	61.20%
	Le echan agua con cubeta	28.60%	25.10%
	No se le puede echar agua	19.50%	13.70%
Equipamiento de la vivienda	Radio	63.10%	56.30%
	Televisor	92.00%	90.70%
	Estufa de gas	77.50%	64.60%
	Refrigerador	79.90%	84.50%
	Horno de microondas	28.30%	24.80%
	Lavadora	59.50%	60.80%
	Computadora	14.00%	10.90%
	Licuada	86.40%	76.30%
	Plancha eléctrica	78.10%	76.50%
	Ventilador	38.10%	46.30%



En la Tabla 7, se presenta un resumen con la información de las características y equipamiento de la vivienda. Los resultados revelan un contraste interesante en cuanto a la propiedad de viviendas. Aunque la mayoría de los participantes en ambos grupos posee vivienda propia, solo el 64.8% del grupo 1 y el 75.4% del grupo 2 cuentan con escrituras o títulos de propiedad a su nombre, evidenciando la informalidad en la tenencia de la tierra en la figura de este tipo de propiedad (Unruh, 2006; Brooke, 2016; Barnes, 2009).

Sorprendentemente, se observa que las condiciones de vivienda son generalmente mejores entre los ejidatarios y/o comuneros que no han recibido apoyos en los últimos cinco años. Esta diferencia es particularmente notoria en aspectos como el material del techo, el servicio sanitario y el equipamiento general de la vivienda. El grupo 2 que no recibió apoyos, construyeron o mejoraron sus viviendas de manera gradual con sus propios recursos, lo que les permitiría adaptarlas a sus necesidades específicas y realizar inversiones a largo plazo. Por el contrario, el grupo 1 que ha recibido apoyos, podrían haber invertido menos en el mantenimiento y mejora de sus viviendas, confiando en futuros programas gubernamentales.

Respecto a los servicios a la vivienda, sobresale que aquellos en los que se presentan mayores carencias son en el acceso al drenaje y desagüe, agua entubada al interior de la vivienda y los servicios de recolección de basura. En la Figura 6 se observa que en general, el grupo 2 cuenta con mayores servicios y mejores condiciones de la vivienda. Tendencia coincidente con la registrada a nivel nacional, pues el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval, 2018) el 17.8% de la población en México presentaba carencia por acceso a los servicios básicos de la vivienda, lo que equivale a 22.9 millones de personas.

En ambos grupos, existe una percepción de falta de oportunidades laborales dentro de la comunidad, así como de limitadas perspectivas para desarrollar nuevas fuentes de empleo (Tabla 8). De acuerdo con, Morett & Cosío (2017), quienes indican que aproximadamente 75% de los ejidos carecen de condiciones productivas adecuadas, destacando disparidades en la asignación de recurso. La disponibilidad limitada de empleos estables y bien remunerados obstaculiza la capacidad de los miembros de la comunidad para mantenerse a sí mismos y a sus familias, y en última instancia, restringe el desarrollo económico general y el avance social del área (Lara, 1992).

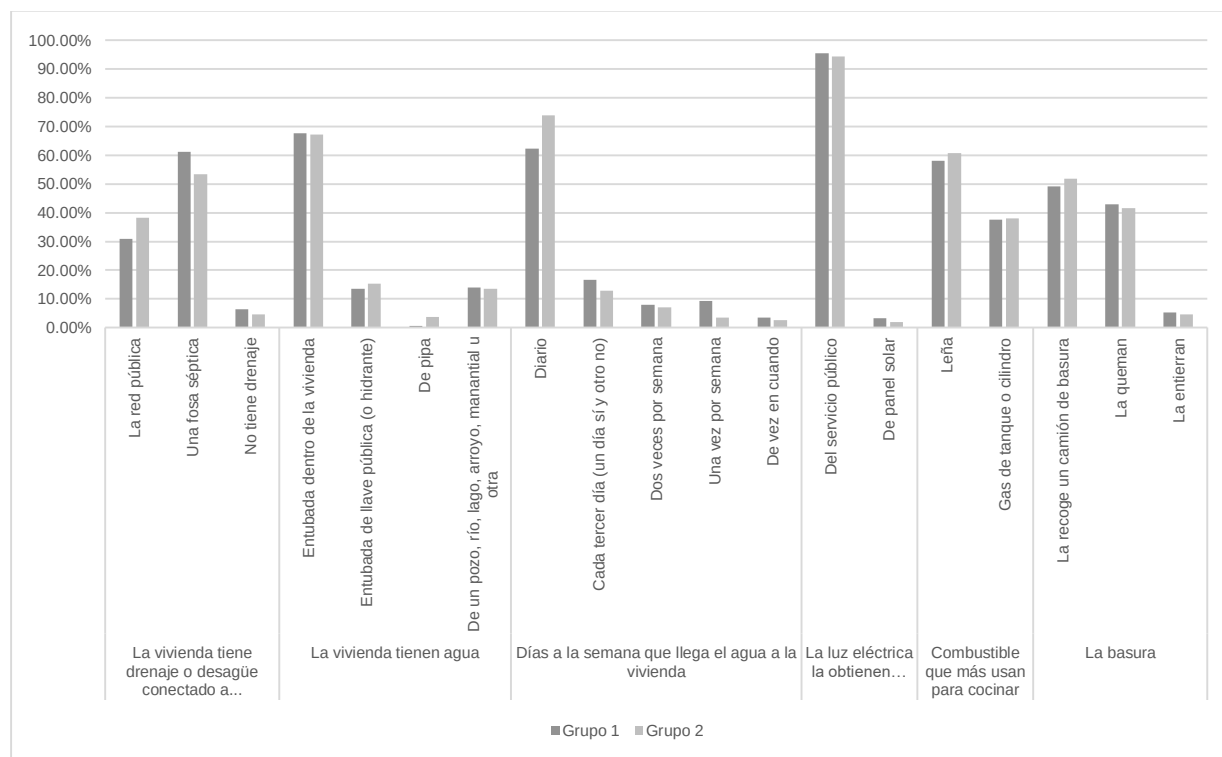


Figura 6. Servicios a la vivienda

Tabla 8. Resumen de indicadores económicos por grupo de estudio

Categoría	Sub categoría	Característica	Grupo 1	Grupo 2
Actividades productivas y fuentes de empleo	¿Existen suficientes fuentes de trabajo en su comunidad?	Sí	15.70%	15.30%
		No	84.30%	84.70%
	¿Existen oportunidades de negocios en su comunidad?	Sí	25.10%	28.10%
		No	74.90%	71.90%
	¿Existen oportunidades de trabajo las mujeres y los hombres?	Sí	52.70%	46.30%
		No	47.30%	53.70%
	¿Mujeres y hombres perciben el mismo salario por el mismo tipo de trabajo?	Sí	42.70%	51.00%
		No	57.30%	49.00%

En la Figura 7 se muestran las necesidades cubiertas con el ingreso; se percibe un comportamiento casi homogéneo en las prioridades de gasto, sobre todo, cuando se observa que, en ambos grupos, el mayor porcentaje de este ingreso se destina para alimentación, vestido, calzado y salud respectivamente. En tanto que el gasto en educación, vivienda y ocio es mayor para el primer grupo.

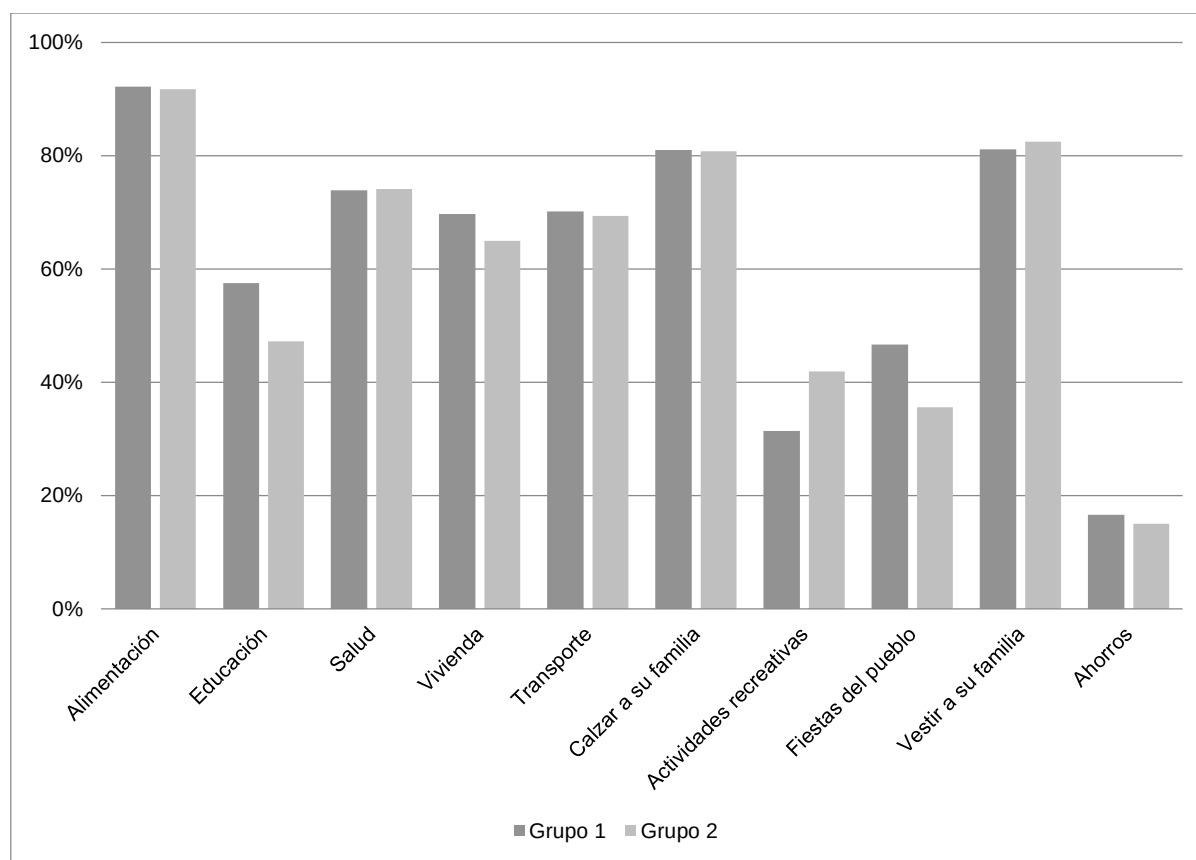


Figura 7. Necesidades cubiertas con el ingreso

CONCLUSIONES

El análisis de los actores clave en los ejidos y comunidades forestales de la región Occidente de México revela patrones significativos en cuanto a la asistencia gubernamental, diversidad lingüística, educación, condiciones de vida y oportunidades económicas.

Un hallazgo prominente es que la gran mayoría de los actores clave en la región han recibido apoyo gubernamental en el último lustro, con solo una pequeña fracción que no ha sido beneficiaria. Esta situación sugiere una marcada dependencia de la asistencia estatal para el desarrollo de actividades productivas en la zona, lo cual plantea interrogantes sobre la sostenibilidad a largo plazo de los modelos económicos locales.

Destaca también una mayor presencia de hablantes de lenguas indígenas entre quienes recibieron apoyo gubernamental. Este dato es relevante desde una perspectiva de inclusión y equidad, aunque merece un análisis más profundo para entender sus implicaciones en términos de diseño y focalización de políticas públicas.



En el ámbito educativo, se observa un acceso generalizado a la educación básica (preescolar y primaria) en los ejidos y comunidades estudiados. Sin embargo, existe una brecha significativa en cuanto al acceso a niveles educativos superiores, lo cual puede tener repercusiones importantes en el desarrollo de capacidades locales y las perspectivas de futuro de la juventud en estas áreas. Las condiciones de acceso a servicios y las características de la vivienda no muestran una diferencia significativa para el grupo que ha recibido apoyo gubernamental.

Este contraste también plantea preguntas sobre la equidad en la distribución de estos beneficios. Finalmente, el estudio resalta una preocupante escasez de fuentes de empleo y oportunidades de negocio en ambos grupos de comunidades. Esta limitación económica estructural no solo restringe el potencial de crecimiento de estas áreas forestales, sino que también impulsa una alta tasa de migración.

Tal dinámica demográfica puede tener consecuencias profundas en la cohesión social, la preservación cultural y la gestión sostenible de los recursos forestales a largo plazo, estos hallazgos subrayan la necesidad de desarrollar estrategias integrales que aborden simultáneamente la diversificación económica, el fortalecimiento educativo, la mejora de infraestructuras y el desarrollo de capacidades locales. El objetivo debe ser fomentar un desarrollo más autónomo y sostenible de estas comunidades, reduciendo gradualmente la dependencia de la asistencia externa y potenciando el uso responsable de los recursos forestales como base para el bienestar comunitario con base en una economía social y solidaria.

LITERATURA CITADA

Álvarez PS, Perales A, Trujillo E. 2015. El subsector forestal mexicano y su apertura comercial. *Revista mexicana de ciencias forestales*. 6(29):8-22. ISSN:2448-6671. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v6i29.213>

Anguita J, Repullo JR, Donato J. 2003. La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención Primaria*. 31(8): 527-538. [https://doi.org/10.1016/s0212-6567\(03\)70728-8](https://doi.org/10.1016/s0212-6567(03)70728-8)

Appendini K. 2010. La regularización de la tierra después de 1992: la “apropiación” campesina de Procede. *Los grandes problemas de México*. 11:196. <https://www.jstor.org/stable/j.ctt1657tq6>

Barnes G. 2009. The evolution and resilience of community-based land tenure in rural Mexico. *Land Use Policy*. 26(2):393-400. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2008.05.007>



Bray DB, Merino L, Barry D. 2007. Los bosques comunitarios de México. *Manejo sustentable de paisajes forestales*. INE-SEMARNAT (Instituto Nacional de Ecología). México. <https://www.nacionmulticultural.unam.mx/empresasindigenas/docs/2059.pdf>

Brooke M. 2016. Privatizing the ejido system: the tradeoff of land tenure, governance and transaction costs. Department of Economic History. Lund University. <https://www.lu.se/lup/publication/8890433>

Cárcar AI. 2013. Las reformas agrarias en México y los proyectos de desarrollo rural en un municipio del Estado de Veracruz. *Nómad*s. 38(2). ISSN: 1578-6730. https://doi.org/10.5209/rev_noma.2013.v38.42917

Cecchini S. 2005. *Indicadores sociales en América Latina y el Caribe*. Cepal. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/f87aa8a8-feb2-4069-a4e0-1fd16a00ac69/content>

CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2017. Encuesta Nacional de personas Beneficiarias de la CONAFOR 2016. México. Pp. 136.

CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2022. Estado que guarda el sector forestal en México 2021. México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/778473/Libro_completo_EGSFM_DIGITAL_1NOV__1__compressed.pdf

CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2023. Databosques. <https://databosques.cnf.gob.mx/inicio/>

CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). 2007. Encuesta para la determinación de umbrales multidimensionales de pobreza 2007. Diseño de la muestra. México. https://www.coneval.org.mx/rw/resource/coneval/med_pobreza/6047.pdf

CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). 2018. Lineamientos y criterios generales para la definición, identificación y medición de la pobreza. Actualización 2018. México: CONEVAL. <https://www.coneval.org.mx/Normateca/Documents/ANEXO-Lineamientos-DOF-2018.pdf>

Durán E, Bray D, Velázquez A, Larrazábal A. 2011. Multi-Scale Forest Governance, Deforestation, and Violence in Two Regions of Guerrero, Mexico. *World Development*. 39(4):611-619. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2010.08.018>



Etxezarreta A, Merino S. 2013. Las cooperativas de vivienda como alternativa al problema de la vivienda en la actual crisis económica. *REVESCO Revista de Estudios Cooperativos*. 113(113):92-119. ISSN: 1135-6618.

https://doi.org/10.5209/rev_reve.2014.v113.43382

Ferreira L, De Melo D, Goncalves P, Tadeu A. 2019. Externalities and property as guiding factor for the management of common pool resources. *Journal on Innovation and Sustainability*. 10(3):148-15. ISSN: 2179-3565. <https://doi.org/10.23925/2179-3565.2019v10i3p148-157>

Lara SM. 1992. La flexibilidad del mercado de trabajo rural (una propuesta que involucra a las mujeres). *Revista Mexicana de Sociología*. 54(1):29-48.

<https://doi.org/10.2307/3540777>

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2023. *Anuarios estadísticos y geográficos por entidad federativa 2022*. México. Pp. 534.

Madrid L, Núñez JM, Quiroz G, Rodríguez Y. 2009. La propiedad social forestal en México. *Investigación Ambiental*. 1 (2): 179-196.

<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFs/INVEAMB00016.pdf>

Martínez H, Zamudio FJ, Alvarado AA, Ramírez H, Fuentes, M. 2015. Factores que determinan el éxito o fracaso de proyectos forestales comunitarios con financiamiento gubernamental en México. *Bosque (Valdivia)*. 36(3):363-374.

<https://doi.org/10.4067/S0717-92002015000300004>

Melo LA, De Castro LW, Ariza DS, Carmona CO. 2016. El desempeño municipal en el sector educativo: un análisis a partir de una función multiproducto. Documentos de trabajo sobre Economía Regional y Urbana (243), Banco de la República de Colombia.

<https://econpapers.repec.org/RePEc:bdr:region:243>

Merino L. 2018. Comunidades forestales en México. Formas de vida, gobernanza y conservación. *Revista mexicana de sociología*. 80(4):909-940.

<http://dx.doi.org/10.22201/iis.01882503p.2018.4.57799>

Merino L, Segura G. 2007. Las políticas forestales y de conservación y sus impactos en las comunidades forestales en México. *Los bosques comunitarios de México. Manejo sustentable de paisajes forestales*. 21-49. https://www.ccmss.org.mx/wp-content/uploads/2014/09/los_bosques_comunitarios_de_mexico_manejo_sustentable_de_paisajes_forestales.pdf



Morett JC, Cosío C. 2017. Panorama de los ejidos y comunidades agrarias en México. *Agricultura, sociedad y Desarrollo*. 14(1):125-152. ISSN: 1870-5472.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722017000100125&lng=es&tlng=es

Neri P, Camacho G. 2019. Tierras de común repartimiento y formación de ranchos en el sistema de riego de Cuautitlán, Estado de México, 1856-1911. *Mundo Agrario*, 20(44). ISSN: 1515-5994. <https://doi.org/10.24215/15155994e113>

Ostrom E. 2010. Beyond markets and states: polycentric governance of complex economic systems. *American Economic Review*. 100 (3):641-672. <https://doi.org/10.1257/aer.100.3.641>

Oyarce VA, Silva L, Abanto SA. 2022. Brecha digital y educación virtual en instituciones educativas rurales. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 3(2), 534-546. <https://doi.org/10.56712/latam.v3i2.116>

Palacio JL, Bocco G, Velázquez A. 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*. (43):183-203. <https://doi.org/10.14350/rig.59131>

Ponce M, Contreras M, Vásquez M. 2007. Exportación de Madera Aserrada de Conífera Chilena: Un Análisis de su Competitividad. *Maderas. Ciencia y tecnología*. 9(1):45-57. ISSN: 0718-221X. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2007000100004>

Reyes JA, Gómez JP, Osaland R, Gómez RZ, Ríos GA, Villalobos O. 2012. *Atlas de Propiedad Social y Servicios Ambientales en México*. México: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. Pp. 160. ISBN: 978-92-9248-395-1. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/2789>

Reyna A, Soto P, Alanís E, Molina V, Chávez A. 2021. Estructura y diversidad del matorral xerófilo en el noreste de México. *Polibotánica*. 1(51). <https://doi.org/10.18387/polibotanica.51.7>

Runge CF, Defrancesco E. 2006. Exclusion, inclusion, and enclosure: Historical commons and modern intellectual property. *World Development*. 34(10):1713-1727. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2006.02.002>



Sánchez JM. 2018. Inversión educativa y contracción del Estado del Bienestar: un análisis del contexto autonómico tras la crisis sistémica de 2008. *Revista Complutense de Educación*. 29(4):1309-1325. ISSN: 1988-2733. <https://doi.org/10.5209/iced.55403>

Soloaga I, Plassot T, Reyes M. 2022. Lo rural y lo urbano en México. Una nueva caracterización a partir de estadísticas nacionales. Documentos de proyectos. Pp. 65. México: CEPAL-ONU. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/27f4bef7-e9f0-4d61-8baa-7bd1fdc26675/content>

Sotelo RD. 1996. Importancia ecológico-económica del aprovechamiento de los bosques. *Madera y Bosques*. 2(2):3-10. <https://doi.org/10.21829/myb.1996.221382>

Tamarit JC, Aguilar P, Flores R, Fuentes ME. 2021. Aportes de investigación del INIFAP en tecnología de la madera y sus procesos de industrialización. *Revista mexicana de ciencias forestales*. 12(Especial1):177-214. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v12iEspecial-1.1086>

Tamarit JC, De los Santos HM, Aldrete A, Valdez JR, Ramírez H, Cruz VGD. 2019. Sistema de crecimiento y rendimiento maderable para plantaciones de teca (*Tectona grandis* L. f.) en Campeche, México. *Madera y bosques*. 25(3). <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2531908>

Torres JM, Carrillo F, Acosta M, Flores E, Sangerman D. 2022. Características de los productores forestales particulares de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 13(5):841-852. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i5.3228>

Unruh JD. 2006. Land Tenure and the "Evidence Landscape" in Developing Countries. *Annals of The Association of American Geographers*. 96(4): 754-772. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.2006.00515.x>

Vivanco M. 2005. *Muestreo Estadístico: Diseño y Aplicaciones*. Chile: Editorial Universitaria S.A. ISBN: 956-11-1803-3.

[Errata, Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-agroforestal/errata>



Abanico Agroforestal. January-December 2024; 6:1-8. <http://dx.doi.org/10.37114/abaagro/2024.5>

Research Note. Received: 10/09/2023. Accepted: 15/01/2024. Published: 26/01/2024. Code:2023-28.

https://www.youtube.com/watch?v=FyQ_N6TEq6U

Hematological parameters in female Pelibuey lambs clinically healthy raised in the humid tropic of Mexico

Parámetros hematológicos en corderas Pelibuey clínicamente sanas criadas en el trópico húmedo de México



Fernando Montero-de-los-Santos¹ , Roberto González-Garduño² , Oswaldo Torres-Chable¹ , Ricardo García-Herrera¹ , Alfonso Chay-Canul¹ , Claudia Zaragoza-Vera^{*1} 

¹Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Agropecuarias, Km. 25, Carretera Villahermosa-Teapa, R/a La Huasteca 2ª. Sección, C.P. 86298 Villahermosa, Tabasco, México.

²Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria Sursureste, km 7.5 Carretera Teapa-Vicente Guerrero, C.P. 86800 Teapa, Tabasco, México. *Autor responsable: Fernando Montero de los Santos. **Autor de Correspondencia: Claudia Virginia Zaragoza Vera. E-mail: mvzmontero28@gmail.com, rgonzalezg@chapingo.mx, oswaldo.torres@ujat.mx, ricardo.garcia@ujat.mx, alfonso.chay@ujat.mx, claudia.zaragoza@ujat.mx

Abstract

Hematological parameters are used to evaluate the health of sheep. However, these parameters can be affected by different factors such as the physiological stage, breed, age, gender and management conditions. The purpose of this study was to determine the hematological parameters in female Pelibuey lambs raised in the humid tropics of Mexico. A total of 97 Pelibuey lambs ranging from two to four months of age were sampled and the blood used to determine the hematological parameters in automated analyzer. The obtained data were grouped to determine the average, minimum range, maximum range, median, mode, variance, standard deviation and variation coefficient. Results were compared with previous studies in males of the same age, adult Pelibuey ewes and veterinary books used as reference. Diverse variations were found between this study and previous reports. Hematological parameters established in this study will aid to evaluate the health of female Pelibuey lambs aged two to four months under the humid tropical conditions of Mexico.

Keywords: erythrogram, blood parameters, ewes, hair sheep, hemogram.

Resumen

Los parámetros hematológicos son usados para evaluar la salud de las ovejas. Sin embargo, estos parámetros pueden ser afectados por diferentes factores tales como el estado fisiológico, la raza, la edad, el género y las condiciones de manejo. El propósito de este estudio fue determinar los parámetros hematológicos en corderas Pelibuey criadas en el trópico húmedo de México. Un total de 97 corderas con edades entre dos y cuatro meses de edad fueron muestreadas y su sangre usada para determinar sus parámetros hematológicos mediante un analizador automático. Los datos obtenidos fueron agrupados para determinar el promedio, rango mínimo y máximo, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación. Los resultados fueron comparados con estudios previos en machos de la misma edad, ovejas Pelibuey adultas y libros de veterinaria usados como referencias. Diversas variaciones fueron encontradas entre el presente estudio y reportes previos. Los parámetros hematológicos establecidos en este estudio ayudarán a evaluar la salud de corderas Pelibuey con edades de entre dos y cuatro meses de edad, bajo condiciones de trópico húmedo de México.

Palabras clave: eritrograma, parámetros hematológicos, ovejas, ovejas de pelo, hemograma.



INTRODUCTION

The sheep production in Mexico has increased from 56,546 tons in 2011 to 65,891 tons in 2021 according with Mexican Meat Advice. However, humid tropical zone contributing only a small percentage (0.5%) to the national production ([Compendio Estadístico del Consejo Mexicano de la Carne, 2023](#)). Despite the fact that the humid tropical zone of the country has extensive areas of grazing, factors such as low nutritional quality of the pasture, climatic conditions of high heat and humidity and mainly parasitic infections negatively affect the sheep production.

Hematological parameters are commonly used to evaluate the health of the animals including sheep ([Matanović et al., 2007](#)). Parameters such as red blood cell (RBC) count, hemoglobin (HGB), hematocrit (HCT), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH), and mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) has been used to classify the anemia ([Badawi & Al-Hadithy, 2014](#)), including that caused by gastrointestinal parasites such as *Haemonchus contortus* ([Corrêa et al., 2021](#); [Jiménez-Penago et al., 2021](#); [Zaragoza-Vera et al., 2022](#)).

Non-infectious factors and physiological stages also lead to alterations in the hematological parameters of sheep. Breed and physiological stages has been studied as factors that influence in hematological parameters in Morada Nova and Santa Inês ewes ([Bezerra et al., 2017](#)). A study performed in Chios sheep showed that HCT, HGB, RBC, leukocytes, neutrophils, lymphocytes, eosinophils and platelets were significantly affected by the age; while monocytes and eosinophil counts by the reproductive stage of the animals ([Panousis et al., 2017](#)). Results in adult Pelibuey ewes showed that there are variations in the hematological parameters of this breed compared to Churra-da-Terra-Quente, Santa Ines, and Bergamasca ([Torres-Chable et al., 2020](#)).

The variations observed in hematological parameters in sheep according to breed, body condition score, gender, age and physiological stages, lead to the determination of reference parameters considering all these factors. Therefore, the objective of this study was determine the hematological parameters in female Pelibuey lambs raised in the humid tropics of Mexico.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The animals belonged to the Centro de Integración Ovina del Sureste (CIOS), located in the state of Tabasco, Mexico; between the coordinates 90°59'08" N and 94°07'00" W. The climatic conditions corresponded to those of the humid tropics, with an average temperature of 26°C and over 2000 mm of annual precipitation ([INEGI, 2023](#)).



Animals and biological samples collection

A total of 97 Pelibuey lambs ranging from two to four months of age, clinically healthy, and raised in floor pens to prevent contamination with gastrointestinal parasites, were sampled. Their diet was based on 300 g of commercial feed with 12% crude protein, along with dry Taiwan grass forage and water ad libitum. Animals exhibiting growth retardation, respiratory symptoms, or diarrhea were excluded from the study. Blood samples were obtained from the jugular vein using VacutainerTM catheters with a #21 needle and tubes containing EDTA as an anticoagulant (VacutainerTM; BD Biosciences, Franklin Lakes, NJ, USA). The blood samples were placed on wet ice in an insulated container and transported to the laboratory for processing. Finally, stool samples were collected directly from the rectum of the animals in plastic bags and analyzed using the McMaster technique (Rodriguez Vivas & Cob-Galera, 2005) to confirm the absence of gastrointestinal parasites.

Hematological parameters evaluated

The hematological parameters were measured using an automated analyzer (VetAutoreadTM, IDEXX Laboratories, Westbrook, ME). The analyzed hematological parameters were hematocrit (HCT), red blood cell count (RBC), mean corpuscular volume (MCV), red cell distribution width-standard deviation (RDW-SD), red cell distribution width-coefficient variation (RDW-CV), hemoglobin (HGB), mean corpuscular hemoglobin (MCH), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), platelets (PLT), plateletcrit (PCT), mean platelet volume (MPV), platelet distribution width (PDW), white blood cell count (WBC), lymphocytes (LYM), percentage of lymphocytes (LYM%), granulocytes (GRAN), and percentage of granulocytes (GRAN%). Blood smears were prepared and stained with Diff-QuickTM (Hycel, Jalisco, Mexico) to observe the morphology of erythrocytes and discard the presence of hemoparasites.

Ethical considerations

The animals used in this study, biological samples and residues were treated and handled in accordance with federal regulations in Mexico (NOM-046-zoo-1995, NOM-087-ECOLSSA1-2002). The owner of female lambs received informed consent and approved the obtaining of biological samples.

RESULTS

Data obtained from automated analyzer were grouped, and the average, minimum, maximum, median, mode, variance, standard deviation and variation coefficient were determined (Table 1). None of the selected animals presented gastrointestinal parasites or signs of disease throughout the study. Similarly, blood smears showed no red blood cell abnormalities or hemoparasites. Therefore, the data described in this study correspond to the erythrogram of clinically healthy Pelibuey lambs aged between two and four months.

**Table 1.- Reference parameters and descriptive data of hematological variables evaluated in female Pelibuey lambs raised in the humid tropics of Mexico**

Variable	Mean	Min range	Max range	Median	Mode	Variance	Standard deviation	Variance coefficient
HCT (%)	39.44	28.60	50.40	39.80	42.20	4.12	4.12	10.44
RBC ($\times 10^{12}$ L)	12.53	8.07	15.25	12.81	13.05	1.20	1.20	9.57
MCV (fL)	31.47	28.20	36.60	31.50	31.50	1.89	1.89	6.00
RDW-CV (%)	17.49	13.90	19.40	17.60	17.70	0.85	0.85	4.86
RDW-SD (fL)	21.46	18.80	25.10	21.50	21.60	1.46	1.46	6.80
HGB (g/dL)	12.97	8.40	19.80	12.50	13.00	2.03	2.03	15.62
MCH (pg)	10.32	9.00	15.40	10.00	10.10	1.38	1.38	13.38
MCHC (g/d)	32.99	28.30	52.90	32.10	31.90	4.66	4.66	14.12
PLT ($\times 10^9$ L)	547.02	223.00	977.00	531.00	352.00	145.82	145.82	26.66
PCT (%)	0.41	0.17	0.71	0.40	0.37	0.11	0.11	26.62
MPV (fL)	7.32	6.50	7.80	7.30	7.40	0.24	0.24	3.27
PDW (fL)	8.85	7.90	9.10	8.90	9.00	0.20	0.20	2.31
WBC ($\times 10^9$ L)	12.19	3.90	39.10	10.20	9.60	6.14	6.14	50.36
LYM ($\times 10^9$ L)	8.12	2.60	34.40	6.20	5.80	5.34	5.34	65.71
LYM (%)	63.08	0.68	87.90	63.50	68.10	12.80	12.80	20.29
GRAN ($\times 10^9$ L)	2.48	0.60	5.80	2.20	2.10	1.08	1.08	43.74
GRAN (%)	21.47	0.20	42.50	20.80	20.80	6.91	6.91	32.17

Min: Minimum, Max: Maximum, HCT: Hematocrit, RBC: Red blood cell, MCV: Mean corpuscular volume, RDW-CV: Red blood cell distribution width-coefficient of variation, RDW-SD: Red blood cell distribution width-standard deviation, HGB: Hemoglobin, MCH: Mean corpuscular haemoglobin, MCHC: Mean corpuscular hemoglobin concentration, PLT: Platelets count, PCT: Plateletcrit, MPV: Medium platelet volume, PDW: Platelet distribution width, WBC: White blood cells, LYM: Lymphocytes, LYM (%): Percentage of lymphocytes, GRAN: Granulocytes, GRAN (%): Percentage of granulocytes.

DISCUSSION

Hematological parameters used as reference must closely match the characteristics of the individuals being compared. Breed, age, zootechnical purpose, gender, and production system are considered the main factors that affect the hematological parameters in sheep. In this study, we present the hematological parameters for female Pelibuey lambs raised in the tropic humid conditions of Mexico, but kept in floor pens to prevent contamination with gastrointestinal parasites.

The erythrogram consists of HCT, RBC, MCV, MCH, and MCHC, and these parameters are used to classify types of anemia, identify hemolysis, dehydration or hypovolemia, and contribute to the identification of erythrocyte abnormalities abnormalities (Nuñez & Bouda, 2007; Byers & Kramer, 2010). The hematological parameters evaluated in this study were compared with previous publications conducted in Mexico, where Pelibuey sheep were studied. Additionally, a clinical pathology book commonly used for veterinary students in Mexico, as well as a veterinary hematology book with worldwide distribution, were used for making comparisons (Table 2).



Table 2.- Comparison of hematological parameters in Pelibuey sheep raised in the humid tropics of Mexico and two veterinary books

Variable	References				
	This study	Méndez-Aguilar <i>et al.</i> (2022)	Torres-Chable <i>et al.</i> (2020)	Núñez & Bouda (2007)	Byers & Kramer (2010)
Breed	Pelibuey	Pelibuey	Pelibuey	Non- specific	Non- specific
Age	(2-4 months)	(2 – 4 months)	(2- 3 years)	Non- specific	Non- specific
Country	Mexico	Mexico	Mexico	Mexico	Non- specific
RBC×10 ¹² μL	12.53 (8-15)	11.71 (9-14)	6.68	(9-15)	12 (9-15)
HGB (dL)	12.97 (8-20)	12.01 (9-20)	10.85	(9-15)	11.5 (9-15)
HCT (%)	39.44 (28-50)	36.62 (27-47)	31.39	(27-45)	35 (27-45)
MCV, fL	31.47 (28-37)	31.28 (28-37)	47.44	(23-48)	34 (28-40)
MCH, pg	10.32 (9-15)	10.26 (9-16)	16.36	(8-12)	10 (8 – 12)
MCHC (%)	32.99 (28-53)	32.95 (28-54)	35.05	(31-34)	32.5 (31-34)

RBC: Red blood cell, HGB: Hemoglobin, HCT: Hematocrit, MCV: Mean corpuscular volume, MCH: Mean corpuscular haemoglobin, MCHC: Mean corpuscular hemoglobin concentration.

The mean RBC count in female Pelibuey lambs in this study was similar to that in males of the same age, as reported [Méndez-Aguilar *et al.* \(2022\)](#). However, this value was higher than the count reported in adult Pelibuey ewes aged two to three years old ([Torres-Chable *et al.*, 2020](#)). The minimum range of RBC count was slightly lower in female Pelibuey lambs than in males, as well as the ranges reported by [Núñez & Bouda \(2007\)](#), and [Byers & Kramer, 2010](#)). The minimum range of HGB was also slightly lower in female Pelibuey lambs than in males with the same age, according to the data reported by [Méndez-Aguilar *et al.* \(2022\)](#). The minimum and maximum ranges of the HGB in female Pelibuey lambs in this study were practically similar to those reported in males ([Méndez-Aguilar *et al.*, 2022](#)), but both ranges were wider than those reported by [Núñez & Bouda \(2007\)](#), and [Byers & Kramer, 2010](#)). The HCT is the parameter most easily measured, and therefore, it is the most commonly used to evaluate various conditions associated to anemia in animals. In this study, the HCT in female Pelibuey lambs was higher than that reported in males of the same age and in adult Pelibuey ewes raised in Tabasco, Mexico (39.44 vs 36.62 and 31.39%, respectively). The minimum and maximum ranges were wider than those reported in previous studies in Tabasco ([Torres-Chable *et al.*, 2020](#); [Méndez-Aguilar *et al.*, 2022](#)) and the data reported in veterinary books ([Núñez & Bouda, 2007](#); [Byers & Kramer, 2010](#)). Parameters such as MCV, MCH and MCHC in female Pelibuey lambs were similar to the data reported in males by [Méndez-Aguilar *et al.* \(2022\)](#). However, the MCV in Pelibuey lambs (males and females) was lower than in adult Pelibuey ewes, as reported by [Torres-Chable *et al.* \(2020\)](#). This means that while adult Pelibuey ewes have a lower number of erythrocytes (12.53 vs 6.68×10¹²μL), they compensate for this by increasing the size of erythrocytes and their haemoglobin content. This fact can be



observed in the MCH (10.32 vs 16.36 pg) and MCHC (32.99 vs 35.05) of the female lambs in this study and adult Pelibuey ewes studied by [Torres-Chable et al. \(2020\)](#).

The previously discussed data suggests that Pelibuey sheep are well-adapted to the conditions of the humid tropics of Mexico, especially the heat, humidity, and altitude (with an average of 20 masl) in the Centro region, where the studied sheep reside. As a result, the haematological parameters reported in this study can significantly contribute to evaluating this sheep breed with greater precision than using didactic veterinary books or making comparisons with data from other breeds, latitudes or breeding conditions. Additionally, this study emphasizes the importance of considering age when comparing hematological parameters of Pelibuey sheep.

CONCLUSIONS

The hematological parameters established in this study contribute to enhancing erythrogram evaluations in female Pelibuey lambs aged two to four months under the humid tropical conditions of Mexico.

CONFLICT OF INTERESTS

Authors declare have no conflict of interests.

REFERENCES

- BADAWI NM, Al-hadithy AH. 2014. The hematological parameters in clinically healthy Iraqi Awassi Sheep. *World's Veterinary Journal*. 4(1): 01-05. [https://wj.science-line.com/attachments/article/21/World%27s%20Vet.%20J.%204\(1\)%2001-05,%202014.pdf](https://wj.science-line.com/attachments/article/21/World%27s%20Vet.%20J.%204(1)%2001-05,%202014.pdf)
- BEZERRA LR, Oliveira WDC, Silva TPD, Torreão JNC, Marques CAT, Araújo MJ, Oliveira RL. 2017. Comparative hematological analysis of Morada Nova and Santa Inês ewes in all reproductive stages. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. <https://www.scielo.br/j/pvb/a/xGgNP3mdKgbK3LsBW7TF9K/?lang=en>
- BYERS SR, Kramer JW. 2010. Normal hematology of sheep and goats. In: Weiss DJ, Wardrop KJ, eds. *Schalm's Veterinary Hematology*. 6th ed. Ames, IA: Blackwell Publishing; 2010. Pp. 836-842. <https://www.vet-ebooks.com/schalms-veterinary-hematology-6th-edition/>
- COMPENDIO Estadístico del Consejo Mexicano de la Carne (2023). https://comecarne.org/wp-content/uploads/2023/05/Compendio-Estadistico-2023_COMECARNE.pdf



CORRÊA PS, Mendes LW, Lemos LN, Sampaio ACK, Issakowicz J, McManus CM, Tsai SM, Faciola AP, Abdalla AL, Louvandini H. 2021. The effect of *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* infection on the ruminal microbiome of lambs. *Experimental Parasitology*. 231, 108175. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2021.108175>

INEGI, 2023. Instituto Nacional de Estadística y Geografía-INEGI, Mexico. <https://www.inegi.org.mx/>

JIMÉNEZ-PENAGO G, Hernández-Mendo O, González-Garduño R, Torres-Hernández G, Torres-Chablé OM, Maldonado-Simán E. 2021. Mean corpuscular haemoglobin concentration as haematological marker to detect changes in red blood cells in sheep infected with *Haemonchus contortus*. *Veterinary Research Communications*. 45:189 -197. <https://doi.org/10.1007/s11259-021-09800-8>

MATANOVIĆ K, Severin K, Martinković F, Šimpraga M, Janicki Z, Barišić J. 2007. Hematological and biochemical changes in organically farmed sheep naturally infected with *Fasciola hepatica*. *Parasitology Research*. 101:1657–1661. <https://doi.org/10.1007/s00436-007-0709-2>

MÉNDEZ-AGUILAR G., Casillas G, Chay-Canul A, Macedo-Barragán R. 2022. Haematological values of Pelibuey lambs under humid tropic conditions. *Abanico Veterinario*. 12:1. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2022.271>

NUÑEZ O, Bouda J. 2007. Patología Clínica Veterinaria, Segunda. ed. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México., Mexico. Pp. 331. https://www.academia.edu/38201328/Patologia_Clinica_Veterinaria

PANOUSIS K, Kritsepi-Konstantinou M, Giadinis N, Kalaitzakis E, Polizopoulou Z, Karatzias H. 2017. Haematology values and effect of age and reproductive stage on haematological parameters of Chios sheep. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*. 58:124. <https://doi.org/10.12681/jhvms.14979>

RODRIGUEZ-VIVAS RI, Cob-Galera L. 2005. Técnicas Diagnósticas en Parasitología Veterinaria. Segunda edición. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México. ISBN: 970-698-045-8.

TORRES-CHABLE OM., García-Herrera RA, González-Garduño R, Ojeda-Robertos NF, Peralta-Torres JA, Chay-Canul AJ. 2020. Relationships among body condition score, FAMACHA® score and haematological parameters in Pelibuey ewes. *Tropical Animal Health and Production*. 52:3403–3408. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02373-9>



ZARAGOZA-VERA CV, González-Garduño R, Flores-Santiago E. del J, Chay-Canul AJ, Zaragoza-Vera M, Arjona-Jiménez G, Torres-Chablé OM, 2022. Hematological changes during pregnancy and lactation in Pelibuey ewes infected with gastrointestinal nematodes. *Comparative Clinical Pathology*. 31:827–838. <https://doi.org/10.1007/s00580-022-03386-6>

[Errata, Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-agroforestal/errata>



Abanico Agroforestal. Enero-Diciembre 2024; 6:1-8. <http://dx.doi.org/10.37114/abaagrof/2024.6>

Nota de investigación. Recibido: 27/10/2023. Aceptado: 20/05/2024. Publicado: 17/06/2024. Clave: e2023-37
<https://www.youtube.com/watch?v=Q5sPeoahTPs>

Crecimiento de crías del cíclido colorada (*Vieja bifasciata*) alimentadas con tres diferentes niveles de proteína

Growth of the red cichlid (*Vieja bifasciata*) fed three different levels of
protein



Jiménez-Leyva Graciela ^{ID}, Rangel-López Lenin* ^{ID}, Perera-García Martha ^{ID}, Vite-
García Nicolas ^{ID}

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Área Académica en Ingeniería en Acuacultura, División Académica en Ciencias Agropecuarias. Km. 25 de la carretera Federal 195, tramo Villahermosa-Teapa. En la Ranchería la Huasteca segunda sección, Centro, Tabasco, México. *Autor responsable y para correspondencia: lenin.rangel@ujat.mx. Tel: (993) 305 83 52 E-mail: gracielaaleyva12@gmail.com, lenin.rangel@ujat.mx, martha.perera@gmail.com, nic.vite@gmail.com

Resumen

Se estima que en las cuencas y ríos del sureste mexicano se encuentran 57 especies de cíclidos, como *Vieja bifasciata*, la cual tiene un valor comercial local, además se puede considerar con potencial para la acuacultura. Se evaluaron los parámetros de crecimiento de las crías alimentadas con alimento balanceado para tilapia de la marca NUTRIPEC, los cuales contenían diferentes porcentajes de proteína (T1:25, T2:35 y T3:45%), además fueron triturados para tener un tamaño homogéneo de 1.0 mm. Se utilizaron 90 crías con un peso promedio de 1.88 ± 0.49 g., las cuales se colocaron 10 peces en cada pecera con una capacidad de 60 L., cada tratamiento fue evaluado por triplicado. El alimento fue proporcionado tres veces al día ad libitum. Cada 15 días los peces fueron pesados y medidos de forma individual. El periodo experimental fue de 60 días. Se determinó la supervivencia, ganancia de peso, tasa de crecimiento específico, factor de conversión alimenticia, eficiencia del alimento, tasa de eficiencia proteica y factor de condición. Los resultados obtenidos de los parámetros de crecimiento de *Vieja bifasciata* se determinó estadísticamente que no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos, excepto en la tasa de eficiencia proteica T1:25% (0.20 ± 0.2) si hubo diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos, sin embargo los resultados aparentes indican que se tuvieron mejores resultados con el T4:45%. En conclusión, se deben realizar otros ensayos con los mismos porcentajes de proteína y otras marcas, para observar si hay alguna diferencia entre las marcas.

Palabras claves: colorada, crecimiento, parámetros productivos, sobrevivencia, cíclidos.

Abstract

It is estimated that 57 species of cichlids are found in the basins and rivers of southeastern Mexico, such as *Vieja bifasciata*, which has a local commercial value, and can also be considered as having potential for aquaculture. The growth parameters of the hatchlings fed with NUTRIPEC brand tilapia feed were evaluated, which contained different percentages of protein (T1:25, T2:35 and T3:45%), and they were crushed to have a homogeneous size of 1.0 mm. 90 hatchlings with an average weight of 1.88 ± 0.49 g were used, which were placed 10 fish in each tank with a capacity of 60 L., each treatment was evaluated in triplicate. Food was provided three times a day ad libitum. Every 15 days the fish were weighed and measured individually. The experimental period was 60 days. Survival, weight gain, specific growth rate,



feed conversion factor, feed efficiency, protein efficiency rate, and condition factor were determined. The results obtained from the growth parameters of *Vieja bifasciata* were statistically determined that there were no statistically significant differences ($P < 0.05$) between the treatments, except in the protein efficiency rate T1:25% (0.20 ± 0.2) if there was a statistically significant difference ($P < 0.05$) between the treatments, however the apparent results indicate that better results were obtained with the T4:45%. In conclusion, other assays should be performed with the same percentages of protein and other brands, to observe if there are any differences between the brands.

Keywords: colorada, growth, productive parameters, survival, cichlids.

INTRODUCCIÓN

Los peces del género Cichlidae están constituidos por 57 especies. En México la mayor diversidad se encuentra en el sureste, por ejemplo en la cuenca del río Grijalva-Usumacinta (Soria-Barreto *et al.*, 2011), con mayor abundancia la familia de los cíclidos (Hernández-Hernández *et al.*, 2020), entre ellas *Vieja bifasciata*, la cual, se puede localizar en cuerpos de agua como lagos, lagunas y zonas pantanosas, su alimentación está basada en insectos, larvas de peces y plantas acuáticas (Frías-Quintana *et al.*, 2021), dicha especie cuenta con un valor comercial local, además se adapta al cautiverio, es resistente al manejo y consume alimento balanceado (Dávila-Camacho *et al.*, 2018).

En la acuacultura el alimento representa el costo principal en la producción (De Silva *et al.*, 2016), por lo tanto, es de suma importancia seleccionar el mejor alimento, con el porcentaje de proteína para el crecimiento muscular (Anizah *et al.*, 2017; Badillo-Zapata *et al.*, 2018) y también es fuente de energía (Concha-Frías *et al.*, 2018), por ello, es necesario determinar el mejor porcentaje de proteína requerido para la especie (Daudpota *et al.*, 2014).

Por lo anterior, se ha observado que diversos investigadores han determinado los porcentajes de proteína requeridos por varias especies como el de *Siniperca scherzeri* requiere 55% de proteína (Sankian *et al.*, 2017), para *Paracheirodon innesi*, 53 % de proteína (Luna-Figueroa *et al.*, 2001), *Centropomus undecimalis* de 50% de proteína (Concha-Frías *et al.* 2018), para *Petenia splendida* el 50% de proteína (Arredondo-Figueroa *et al.*; 2012).

El desarrollo continuo de la acuacultura busca nuevas especies nativas que se consumen de forma local y así desarrollar una tecnología para la producción continua por ello, el objetivo fue determinar si existe una diferencia en el crecimiento de *V. bifasciata* alimentada con alimento balanceado para tilapia con diferentes porcentajes de proteína.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material Biológico

Los peces fueron adquiridos en el laboratorio de producción de especies nativas de la División Académica en Ciencias Agropecuarias (DACA) de la Universidad Juárez



Autónoma de Tabasco (UJAT), ubicada a los 17°47'09.0" de latitud norte y 92°57'21.1" longitud Este y llevados al sistema experimental ubicado en la misma institución.

Sistema Experimental

El experimento se llevó a cabo en 9 peceras de vidrio con una capacidad de 60 litros cada una e interconectadas para formar un sistema de recirculación el cual contaba con un filtro mecánico, además se realizaba un recambio de agua del 50% semanalmente.

Alimentación

Para el experimento se utilizó un alimento balanceado para tilapia comercial NUTRIPEC con diversos contenidos de proteína de 25, 35 y 45%, el alimento fue triturado para tener un tamaño de 1.0 mm, para que el pez lo pudiera consumir.

Diseño Experimental

Se colocaron 10 peces en cada pecera los cuales fueron pesados con una balanza con precisión de 0.01 g (Ohaus, SP202 AM, USA) (1.88 ± 0.49 g) y se midió la longitud total del pez (4.62 ± 0.40 cm) con un ictiometro. Cada tratamiento se realizó por triplicado, la alimentación fue a base de alimento balanceado comercial de la marca NUTRIPEC para tilapia con diferentes porcentajes de proteína, la alimentación fue 3 veces al día en forma *ad libitum* en los horarios de 8:00, 11:00 y 14:00, el periodo experimental fue de 60 días. Los tratamientos se definieron como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos experimentales

Tratamiento	Descripción
T1	25 porciento de proteína
T2	35 porciento de proteína
T3	45 porciento de proteína

T1,2,3: tratamientos

Parámetros de Crecimiento

Con base a las fórmulas se determinó los siguientes parámetros de crecimiento como:

1. Supervivencia (%) = organismos finales / organismos iniciales x 100
2. Ganancia de peso (GP, g pez⁻¹) = $W_f(g) - W_i(g)$.
3. Tasa de crecimiento específico (TCE, %) = $100 (\ln W_f - \ln W_i) / T$. Donde: W_i : peso inicial, W_f : peso final y T: periodo (días) de alimentación.
4. Factor de conversión alimenticia (FCA) = alimento entregado (g) / ganancia de peso húmedo (g)
5. Eficiencia del alimento EA = (peso final – peso inicial) / alimento consumido.
6. Con base a la fórmula propuesta por [Poot-López et al. \(2015\)](#), se determinó la tasa de eficiencia proteica (TEP) = peso ganado / proteína consumida.
7. Factor de condición K = $(W/L^3) \times 100$, donde W: peso del pez (g) y L: longitud total (cm), propuesta por [Martínez-Cárdenas et al. \(2020\)](#).



Análisis Estadístico

Los datos obtenidos de los parámetros de crecimiento fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, además las medias fueron comparadas por una prueba de Tukey ($p < 0.05$), utilizando el paquete estadístico Minitab®18.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación se determinaron que la mayor supervivencia se tuvo en el T1: 25% (96%), en el caso del peso final, ganancia de peso, tasa de crecimiento específico, factor de conversión alimenticia y factor de condición K, no se tuvieron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos. En la tasa de eficiencia proteica se tuvo diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos siendo el mejor el T1:25% (0.20 ± 0.02) (tabla 2).

Sin embargo, podemos observar que si hay una diferencia aparente en los parámetros de crecimiento, como el caso del peso final fue en el T3:45% (1.82 ± 0.21) tasa de crecimiento el T3:45% (1.99 ± 12), por su parte, Por otra parte, [El-Dahhar et al., 2016](#) y [Ullah et al. \(2020\)](#), mencionan que la supervivencia y el crecimiento están relacionadas directamente con el éxito de una unidad de producción acuícola, también está relacionada con los requerimientos nutricional de la especie ([Al-Thobaiti et al., 2018](#)).

El factor de conversión alimenticia se tuvo con el T2:35% (1.15 ± 0.12) y T3:45% (1.15 ± 0.12), la eficiencia de alimento lo mejor fue con T3:40% (0.63 ± 0.07), tasa de eficiencia proteica el T1:25% (0.20 ± 0.02), el factor de condición K con el T2:35% (2.01 ± 0.12), además, [Vásquez-González et al. \(2018\)](#) mencionan que a mayor porcentaje de proteína contenido en el alimento puede disminuir la tasa de eficiencia proteica.

También existen otros estudios donde utilizaron otra especie diferente a este estudio donde se puede observar el porcentaje proteico con el cual obtuvieron el mejor resultado, como el realizado al híbrido de Cachamay (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) tiene un mejor crecimiento con alimento con 28% de proteína ([Uzcátegui-Varela et al., 2014](#)), pero en el caso de *Cichlasoma urophthalmus* requiere un 50% de proteína ([Calzada-Ruiz et al., 2019](#)), *Pseudotropheus socolofi* que el mejor resultado lo obtuvo con 38% de proteína ([Erdogan et al., 2012](#)), en el caso de *C. urophthalmus* con el 50% ([Cuenca-Soria et al., 2016](#); [Ahmed & Maqbool, 2016](#)).



Tabla 2. Efecto del alimento balanceado con diferentes niveles de proteína en los parámetros de crecimiento de crías de Colorada (*Vieja bifasciata*)

Parámetros de crecimiento	T1:25%	T2:35%	T3:45%
Supervivencia final (%)	96 ^a	93 ^b	86 ^c
Peso inicial (g)	2.03±0.17	1.730±0.15	1.82±0.21
Peso final (g)	5.09±0.64 ^a	5.14±1.03 ^a	6.05±0.47 ^a
Ganancia de peso (g)	3.06±0.64 ^a	3.41±1.03 ^a	4.22±0.47 ^a
Tasa de crecimiento específica (%)	1.52±0.20 ^a	1.79±0.32 ^a	1.99±0.12 ^a
Factor de conversión alimenticia	1.23±0.18 ^a	1.15±0.12 ^a	1.15±0.12 ^a
Eficiencia del alimento	0.53±0.01 ^a	0.56±0.22 ^a	0.63±0.07 ^a
Tasa de eficiencia proteica	0.20±0.02 ^a	0.14±0.02 ^{ab}	0.13±0.01 ^b
Factor de condición K	1.93±0.06 ^a	2.01±0.12 ^a	1.97±0.02 ^a

^{a,b,c} diferentes literales en superíndice en las filas indican diferencias estadísticas significativas (p≤0.05)

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación no presentaron una diferencia estadística significativa entre los tratamientos, sin embargo, se puede observar aparentemente que con el tratamiento que contiene el 45% de proteína genero los mejores resultados en los parámetros de crecimiento, además se debe ampliar la investigación utilizando otras marcas de alimentos balanceados.

LITERATURA CITADA

AHMED I, Maqbool A. 2016. Effects of dietary protein levels on the growth, feed utilization and haemato-biochemical parameters of freshwater fish, *Cyprinus carpio* var. *specularis*. *Fisheries and Aquaculture Journal*. 8(1), e1000187.

<https://www.longdom.org/open-access-pdfs/effects-of-dietary-protein-levels-on-the-growth-feed-utilization-and-haematobiochemical-parameters-of-freshwater-fish-cyprinus-car-2150-3508-1000187.pdf>

AL-THOBAITI A, Al-Ghanim K, Ahmed Z, Suliman EM, Mahboob S. 2018. Impact of replacing fish meal by a mixture of different plant protein sources on the growth performance in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) diets. *Brazilian Journal of Biology*. 78(3):525-234. ISSN:1519-6984. <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.172230>



ANIZAH MR, Saad CR, Kamarudin MS, Rahim AA. 2017. Effect of dietary protein and protein energy ratio on the growth performance of lemon fin barb hybrid (*Hypsibarbus wetmorei* x *Puntius gonionotus*) larvae. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 16(2):711-721. ISSN:2322-5696. <http://jifro.ir/article-1-2729-en.html>

ARREDONDO-FIGUEROA JL, Matsumoto-Soulé JJ, Ponce-Palafox JT, Shirai-Matsumoto K, Gómez-Márquez JL. 2012. Effects of protein and lipids on growth performance, feed efficiency and survival rate in fingerlings of bay snook (*Petenia splendida*). *International Journal of Animal Veterinary Advances*. 4(3):204-2013. ISSN:2041-2908. <https://maxwellsci.com/pront/ijava/v4-204-213.pdf>

BADILLO-ZAPATA D, Zaragoza FJ, Vega-Villasante F, López-Huerta JM, Herrera-Reséndiz S, Cueto-Cortés L, Guerrero-Galván SR. 2018. Requerimiento de proteína y lípidos para el crecimiento de juveniles del pez nativo *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 5(14):345-351. ISSN:2007-901X. <https://doi.org/10.19136/era.a5n14.1554>

CUENCA-SORIA CA, Navarro Angulo LI, Castillo-Domínguez AC, Melgar Valdes CE, Pérez-Palafox XA, Ortiz-Hernández M. 2016. Fuentes Proteicas no tradicionales y su efecto sobre el crecimiento y supervivencia, durante la masculinización del pez *Cichlasoma urophthalmus* (Perciformes: Cichlidae). *Cuadernos de Investigación UNED*. 8(2): 163-170. ISSN:1659-4266. <https://www.scielo.sa.cr/pdf./cinn/v8n2/1659-4266-cinn-8-02-00163.pdf>

CONCHA-FRÍAS B, Álvarez-González CA, Gaxiola G, Chiappa X, Sánchez-Zamora A, Martínez-García R, Camarillo-Coop S, Peña E, Jiménez-Martínez LD, Cruz-Alvarado FJ. 2018. Dietary protein requirement in common snook (*Centropomus undecimalis*) juveniles reared in marine and brackish water. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 5(13):45-54. ISSN:2007-901X. <https://10.19136/era.a5n13.1393>

DAUDPOTA AM, Siddiqui PJA, Abbas G, Narejo NT, Shah SSA, Khan N, Dastagir G. 2014. Effect of dietary protein level on growth performance, protein utilization and body composition of Nile tilapia cultured in low salinity water. *International Journal of Interdisciplinary and Multidisciplinary Studies*. 2(2):135-147. ISSN:2348-0343. www.ijims.com/uploads/7b410e7906e614a47110zppd_pak_fi.pdf



DÁVILA-CAMACHO CA, Galaviz-Villa I, Lango-Reynoso F, Castañeda-Chávez R, Quiroga-Brahms C, Montoya-Mendoza J. 2018. Cultivation of native fish in México: cases of success. *Reviews in Aquaculture*. 11(3):816-829. ISSN:1753-5123.

<https://10.1111/raq.12259>

DE SILVA MPKSK, Senaarachchi WARK, Liyanage NPP. 2016. Title-combinatory effects of diets with three protein levels and two fat levels on growth performance and fillet composition of cage cultured genetically improved farmed tilapia (GIFT). *Journal of Aquaculture Research and Development*. S2:008. ISSN:21559546.

<https://doi.10.4172/2155-9546.S2-008>

El-DAHAR A, El Zaeem S, Khalifa G. 2016. Effect of dietary protein level on survival, growth performance and body composition of European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) fingerlings under sea water flow conditions. *Journal of the Arabian Aquaculture Society*. 11(2):121-138.

https://www.arabaqs.org/journal/vol_11/2/Abstract%20%2016%20-%2008.pdf

ERDOGAN F, Erdogan M, GümüŞ E. 2012. Effects of dietary protein and lipid levels on growth performances of two African cichlids (*Pseudotropheus socolofi* and *Haplochromis ahli*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 12:635-640. ISSN:1303-2712.

https://doi.10.4194/1303-2712-v12_3_11

FRÍAS-QUINTANA CA, Peña-Marín ES, Ramírez-Custodio CD, Martínez-García R, Jiménez-Martínez LD, Camarillo-Coop S, Guerrero-Zárate R, Asencia-Alcudia GG, Álvarez-González CA. 2021. Comparative characterization of digestive proteases in redhead cichlid (*Vieja melanurus*) and twoband cichlid (*Vieja bifasciata*) (Percoidae: Cichlidae). *Neotropical Ichthyology*. 19(1), e200095. ISSN: 1983-0224.

<https://doi.org/10.1590/1982-0224-2020-0095>

HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ FA, Hernández-Gómez RE, Valenzuela-Córdova I, Perera-García MA, Cuenca-Soria CA. 2020. Desarrollo embrionario y larval de la mojarra paleta Vieja melanura (Günther 1862) del sureste mexicano. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 7(3), e2686. ISSN:2007-9028. <https://doi.org/10.19136/era.a7n3.2686>

LUNA-FIGUEROA J, Figueroa TJ, Soriano SM. 2001. Efecto de diferentes niveles de proteína de la dieta sobre el crecimiento de juveniles del pez neón *Paracheirodon innesi* (Pisces:Characidae). *Uniciencia*. 18:15-20.

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/5708>



MARTÍNEZ-CÁRDENAS L, Hernández-Cortez MI, Espinosa-Chaurand D, Castañeda-Chavez MR, León-Fernández AE, Valdez-Hernández EF, Bernal-Rodríguez CE, Álvarez-González CA. 2020. Effect of stocking density on growth, survival and condition factor in tropical gar (*Atractosteus tropicus* Gill, 1863) juveniles. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 48(4). ISSN:0718-560X. <https://doi.org/10.3856/vol48-issue4-fulltext-2452>

POOT-LÓPEZ GP, Gasca-Leyva E, Olvera-Novoa MA. 2012. Producción de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* L.) utilizando hojas de Chaya (*Cnidoscolus chayamansa* McVauhh) como sustituto parcial del alimento balanceado. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 40(4):835-846. ISSN:0718-560X. <http://dx.doi.org/10.3856/vol40-issue4-fulltext-2>

SANKIAN Z, Khosravi S, Kim Y, Lee S. 2017. Effect of dietary protein and lipid level on growth, feed utilization and muscle composition in golden mandarin fish *Siniperca scherzeri*. *Fisheries and Aquatic Sciences*. 20:7. ISSN:2234-1757. <http://10.1186/s41240-017-0053-0>

SORIA-BARRETO M, Rodiles-Hernández y González-Díaz AA. 2011. Morfometría de las especies de *Vieja* (Cichlidae) en ríos de la cuenca del Usumacinta, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 82:569-579. ISSN: 2007-8706. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532011000200016&lng=es&tlng=es

ULLAH N, Said A, Israr M, Rasool A, Akbar F, Ahmad S, Mehmood SA, Jabeen H, Islam M, Muhammad S, Noureen S, Habiba U, Ahmed D, Shah M, Khan MAA, Siraj M. 2020. Effect of different protein based feed on the growth of mahseer. *Brazilian Journal of Biology*. 82, e243670. ISSN: 1678-4375. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.243670>

Uzcátegui-Varela JP, Méndez X, Isea F, Parra R. 2014. Evaluación de dietas con diferente contenido proteico sobre el desempeño productivo de alevines del híbrido cachamay (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) en condiciones de cautiverio. *Revista Científica FCV-LUZ*. 24(5). 458-465. ISSN:0798-2259. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95932260011>

VÁSQUEZ-GONZÁLEZ A, Arredondo-Figueroa JL, Mendoza-Martínez GD, Viana-Castrillón MT, Plata-Pérez F. 2018. Efecto del nivel de proteína en el crecimiento de *Goodea atripinnis* (Pisces: Goodeidae). *Hidrobiológica*. 28(1):121-127. ISSN:0188-8897. <https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbshidro/2018v28n1/Plata>

Errata, Erratum

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-agroforestal/errata>