



Revista Universitaria vinos y Caprinos

Primera época • No. 4 • Julio - diciembre 2024

FES CUAUTITLÁN



CONTENIDO

01 TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Contribuciones tecnológicas en el mejoramiento genético para la industria ovina hidalguense

02 TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

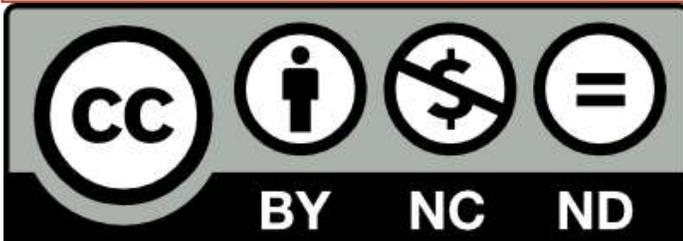
Crecimiento compensatorio: una herramienta en el sistema de engorda de corderos

03 ARTÍCULOS DE REVISIÓN

Tolerancia y resiliencia de los caprinos a climas cálidos



Excepto donde se indique lo contrario, el contenido de esta revista está bajo una licencia Creative Commons (CC BY NC ND 4.0 INTERNACIONAL) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



Atribución-No Comercial-Sin Derivadas

Permite a otros solo descargar la obra y compartirla con otros siempre y cuando se otorgue el crédito del autor correspondiente y de la publicación; no se permite cambiarlo de forma ni usarlo comercialmente.

Revista Universitaria Ovinos y Caprinos, Número 4, Año 3, julio-diciembre 2024, es una publicación semestral editada por la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, a través de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, ubicada en km. 2.5 carretera Cuautitlán Teoloyucan, San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli, Estado de México. C.P. 54714. Tel.5558173478 ext.1021.

https://www.cuautitlan.unam.mx/revista_oyc/, ruoc@cuautitlan.unam.mx. Editora Responsable: Mtra. Gabriela Castillo Hernández. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo número en trámite, ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número a cargo de la Mtra. Gabriela Castillo Hernández, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, ubicada en km. 2.5 carretera Cuautitlán Teoloyucan, San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli, C.P. 54714, Estado de México. Fecha de última actualización: 07 de marzo de 2024.

El contenido de los artículos es responsabilidad de los autores y no refleja el punto de vista de los árbitros, del Editor o de la UNAM.

Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos no así de las imágenes aquí publicados siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación.

Directorio UNAM

RECTORÍA

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas
Rector

Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda
Secretaria General

Mtro. Tomás Humberto Rubio Pérez
Secretario Administrativo

Dra. Diana Tamara Martínez Ruiz
Secretaria de Desarrollo Institucional

Lic. Raúl Arcenio Aguilar Tamayo
Secretario de Prevención, Atención y Seguridad Universitaria

Mtro. Hugo Alejandro Concha Cantú
Abogado General

Mtro. Néstor Martínez Cristo
Director General de Comunicación Social

FES CUAUTILÁN

Dr. David Quintanar Guerrero
Director

Dr. Benjamín Velasco Bejarano
Secretario General

Dr. Luis Rubén Martínez Ortega
Secretario Administrativo

I.A. Laura Margarita Cortazar Figueroa
Secretaria de Evaluación y Desarrollo de Estudios Profesionales

Lic. José Ricardo Carbajal Guevara
Secretario de Atención a la Comunidad

Dra. Susana Elisa Mendoza Elvira
Secretaria de Posgrado e Investigación

Lic. Claudia Vanessa Joachin Bolaños
Coordinadora de Comunicación y Extensión Universitaria

COMITÉ EDITORIAL

EDITOR EN JEFE
MC. Gabriela Castillo Hernández

EDITORES DE SECCIÓN

Nutrición y Forrajes
Dr. Efrén Ramírez Bribiesca
Dr. Juan Carlos Ángeles Hernández

Etología
Mtra. Laura Castillo Hernández

Impacto ambiental y Fisiología del estrés
Dra. Sandra González Luna

Sanidad y casos clínicos
MC. Héctor Alejandro de la Cruz Cruz
Dr. Víctor Manuel Díaz Sánchez

Reproducción
MC. Alan Olazábal Fenochio

Sistemas de producción y Genética
Dr. Jorge Alonso Maldonado Jáquez
MC. Israel Omar Villegas Pérez

Socioeconomía
Dra. Blanca Isabel Sánchez Toledano

Calidad de productos
MPA. María Consuelo Dueñas Sansón
MMVZ. Omar Salvador Flores

Extensionismo
MPA. Juan Calos Escobedo Alcántara

DISEÑO EDITORIAL

Departamento de Producción y Medios Audiovisuales
MCV. Sergio Quino Bernal
Lic. Nadia Yuridia Montoya Gutiérrez

Comité Científico Nacional

Mtro. Adolfo Sánchez Paredes

Dr. Alan Álvarez Holguín

Dr. Alberto Jorge Cárdenas Padilla

Dr. Andrés Ernesto Ducoing Watty

Dra. Angélica María Terrazas García

Mtro. Antonio Ortiz Hernández

Dr. Augusto César Lizarazo Chaparro

Mtro. Carlos Antonio López Díaz

Dr. Efrén Díaz Aparicio

Dra. Ethel Caterina García y González

Dr. Felipe Torres Acosta

Dr. Francisco Javier Pastor López

Dra. Gabriela Palomares Reséndiz

Dr. Gerardo Jiménez Penago

Dr. Glafiro Torres Hernández

Dr. Héctor Mario Andrade Montemayor

Mtra. Hilda Laura Sandoval Rivera

Mtra. Hitandewy Sánchez Saucedo

Dr. Hugo Ramírez Álvarez

Dra. Jazmín Ivone Arriaga Avilés

Dr. Jonathan Raúl Garay Martínez

Mtro. Jorge Alfredo Cuéllar Ordaz

Dr. Jorge Luis Tórtora Pérez

Dr. Jorge Osorio Ávalos

Dr. Jorge Pablo Acosta Dibarrat

Mtro. Jorge Villareal González

Dr. José Francisco Morales Álvarez

Mtro. José Luis Gutiérrez Hernández

Dr. José Luis Ponce Covarrubias

Dr. Juan González Maldonado

Mtro. Juan José Almazán Aldana

Dr. Leonel Martínez Rojas

Dr. Lino de la Cruz Colín

Dr. Lorenzo Danilo Granados Rivera

EPOC. Niza Karina Mendoza Cardelas

Dra. Magdalena Guerrero Cruz

Dr. Maximino Huerta Bravo

Dr. Miguel Ángel Galina Hidalgo

Dr. Omar Hernández Mendo

Mtro. Óscar Chávez Rivera

Mtro. Pablo Alfredo Domínguez Martínez

Dr. Pablo Arenas Báez

Mtro. Paolo Cesar Cano Suárez

Dr. Rafael Jiménez Ocampo

Mtro. Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez

Dr. Ricardo Améndola Massiotti

Dr. Rogelio Alejandro Ledezma Torres

Mtra. Rosa Berta Angulo Mejorada

Dra. Rosa Isabel Higuera Piedrahita

Dra. Rosalba Soto González

Dra. Rosario Jiménez Badillo

Mtra. Vanessa Alfaro Carbajal

Dra. Yazmín Alcalá Canto

Comité Científico Internacional

Mtra. Andrea Liliana Heredia Vargas

Dr. Carlos Palacios Riocerezo

Dr. Genaro Miranda de la Lama

Dr. Gerardo Caja López

Dr. Homero Salinas González

Dr. Patricio Dayenoff Rucik

Dra. Aline Freitas de Melo

Dra. María Jesús Alcalde Aldea

Dra. Raquel Pérez Clariget



NORMAS EDITORIALES



FES CUAUTITLÁN

Público a quien va dirigida la revista:

A la comunidad universitaria, profesionistas, productores, alumnos y demás personas interesadas en la cadena de producción de ovinos y caprinos.

Objetivo:

Difundir el conocimiento científico-tecnológico, a través de resultados originales producto de trabajos de investigación, revisiones, entrevistas, artículos de divulgación, como forma de contribuir al desarrollo de la producción de ovinos y caprinos.

BASES PARA LA PUBLICACIÓN DE LOS ESCRITOS

Se convoca a investigadores, profesores, y alumnos de instituciones de educación superior, así como personas interesadas en publicar trabajos relacionados con la producción de ovinos y caprinos para ser difundidos a través de este espacio en el próximo número de la Revista Universitaria Ovinos y Caprinos. Hacemos esta convocatoria con el propósito renovado de animar el esfuerzo para vincular la investigación con la comunidad universitaria y los actores de la cadena de producción de estas especies.

NORMAS EDITORIALES

Generalidades:

Los trabajos enviados deberán ser originales, no haber sido publicados con anterioridad, ni aceptados para su publicación, ni encontrarse en proceso de evaluación en otros medios de difusión. Deberán enviarse por correo electrónico a ruoc@cuautitlan.unam.mx. Se mantendrá correspondencia con los autores, vía correo electrónico, siendo la primera comunicación el acuse de recibo del trabajo remitido. Todos los documentos deberán ir en formato Microsoft Word, a espacio 1.5, en formato de letra Arial, número 12, con márgenes simétricos de 2.5 cm, los títulos resaltados con mayúsculas y negritas.

Tipos de trabajos que se pueden publicar en la Revista Universitaria Ovinos y Caprinos:

Artículo de divulgación.

El artículo estará redactado en lenguaje claro; si se usan términos muy técnicos o poco conocidos, deben ser explicados dentro del escrito. En lo posible, deben acompañarse de fotografías, cuadros, diagramas, dibujos o cualquier otra forma de ilustración con las especificaciones respectivas. La extensión será de 5 a 10 páginas. Deberá contener las secciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12 y 13 (especificadas al final).

Trabajo de Investigación.

Informe completo de los hallazgos o resultados originales de un proyecto de investigación que proporcionan conocimientos y amplía la discusión sobre temas específicos del área. La extensión será de 5 a 10 páginas. Deberá contener las secciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 (especificadas al final).

Artículo de Revisión

Investigación documental actualizada, es decir, recopilación de información ya existente sobre un tema o problema de área. La extensión será de 5 a 10 páginas. Deberá contener las secciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12 y 13 (especificadas al final).

Comunicaciones cortas.

Informes de resultados preliminares relevantes. La extensión será de 1 a 2 páginas. Debe contener de forma resumida las secciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 (especificadas al final).

SECCIONES:

1. Título. El título debe ser puntual y concreto, contener 20 palabras como máximo, en mayúsculas, negritas y centrado, deberá ir en la primera página del documento.

2. Autor. Debe colocarse el nombre completo del autor o los autores en negritas, su adscripción institucional indicando el nombre completo y dirección postal. Para vincular el nombre de cada autor a su adscripción institucional deben

usarse números en superíndice. El autor de correspondencia se identificará con el símbolo * y una dirección de correo electrónico (preferentemente institucional).

3. Resumen. Debe contener 250 palabras como máximo. En este apartado no se incluyen citas.

4. Palabras clave. Cuatro palabras como máximo.

5. Title, abstract and key words. Se presentará como el "Título", el "Resumen" y las "Palabras clave" en inglés con las extensiones antes señaladas.

6. Introducción. Especificar de forma clara y breve por qué y para qué se hizo el estudio. Contener los antecedentes, la justificación y los objetivos del trabajo. Es decir, incluir la argumentación científica, técnica, social o económica que motivó la realización del estudio, artículo de revisión, divulgación, comunicación, reporte de caso o nota.

7. Presentación del caso. Descripción de la enfermedad, incluye signos, historia clínica relevante, diagnósticos y pruebas de laboratorio, tratamiento(s) y resolución.

8. Materiales y métodos. Indicar dónde, cuándo y cómo se realizó el estudio (incluir localización del área de estudio, diseño experimental, variables evaluadas y análisis estadístico). La información de este apartado debe ser congruente con el objetivo del estudio. Describir de forma concisa, clara y completa, los materiales y la metodología empleada, de tal forma que el estudio sea reproducible por otros investigadores.

9. Resultados y/o Discusión. Los resultados corresponden a la información obtenida y analizada desde el punto de vista estadístico, que generalmente se organizan en forma de tablas y figuras. La descripción textual debe enfocarse en destacar los aspectos relevantes de los resultados. La discusión constituye la parte medular, es aquí donde se interpretan los resultados obtenidos del estudio, en función del objetivo. Cuando los resultados difieran de los obtenidos deben discutirse las posibles causas, sin caer en especulaciones que carezcan de sustento.

10. Edición de tablas o figuras. Las tablas y/o figuras (fotos, gráficas y mapas) que se incluyan dentro del texto, serán ordenadas y referenciadas con las fuentes de procedencia. Cada una de ellas llevará el tipo (tabla o figura) acompañado de un número consecutivo. Dichas tablas y/o figuras serán enviadas de forma independiente en formato JPEG o PNG.

11. Conclusiones. Mencionar en forma breve y concisa las aportaciones concretas al campo del conocimiento, avaladas por los resultados obtenidos, todo redactado en un párrafo.

12. Agradecimientos. Son opcionales, se emplean para dar crédito a personas, instituciones que financiaron, asesoraron o auxiliaron durante la realización del trabajo.

13. Bibliografía. Las referencias bibliográficas deberán estructurarse de acuerdo con las normas APA, siguiendo el orden alfabético de los autores.

Cualquier punto no considerado consultarlo con el comité editorial y cualquier resolución tiene carácter de inapelable.

PROCESO DE PUBLICACIÓN: ---

Los autores recibirán información de la aceptación o de los ajustes sugeridos para que proceda la publicación del trabajo o del eventual rechazo. Los trabajos aceptados se publicarán en el número donde exista disponibilidad de espacio. En caso de ser varios los autores, las observaciones se dirigirán al autor de correspondencia. Los autores son los responsables de los contenidos.

— EDITORIAL

ARTÍCULOS DE REVISIÓN

- 10** — LA INFESTACIÓN POR *Melophagus ovinus*, UNA ECTOPARASITOSIS FRECUENTE, 2ª PARTE.

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- 18** — CONTRIBUCIONES TECNOLÓGICAS EN EL MEJORAMIENTO GENÉTICO PARA LA INDUSTRIA OVINA HIDALGUENSE.

- 28** — CRECIMIENTO COMPENSATORIO: UNA HERRAMIENTA EN EL SISTEMA DE ENGORDA DE CORDEROS.

ARTÍCULOS DE REVISIÓN

- 34** — TOLERANCIA Y RESILIENCIA DE LOS CAPRINOS A CLIMAS CÁLIDOS.

- 45** — HOMO & OVIS: LA DOMESTICACIÓN DEL OVINO

Apreciados lectores, nos congratulamos de presentarles este nuevo número de la Revista Universitaria de Ovinos y Caprinos. En esta ocasión compartimos con ustedes artículos de interés nacional e internacional que han sido enviados por investigadores especialistas en diversas áreas de los sistemas de producción de pequeños rumiantes.

En la actualidad, los avances científicos se reportan principalmente en revistas con alto impacto, sin embargo, el acceso a esa información eventualmente no está al alcance de la mayoría de la población, por ello, seguimos trabajando arduamente para compartir y difundir el conocimiento de una manera más accesible, con énfasis en productores y personal técnico. Por ello en este nuevo número se presenta la siguiente parte del trabajo sobre infestación por *Melophagus ovinus*, en donde se abordan los mecanismos de respuesta del hospedador contra el parásito, así como el actuar de *Melophagus ovinus* como un vector potencial. Otro manuscrito presenta avances sobre las contribuciones al mejoramiento genético que se han realizado en la raza Hampshire en México, particularmente en el Estado de Hidalgo, Estado que ha servido como modelo para mejorar la competitividad y calidad de los sistemas de producción de carne. Del mismo modo, se presenta información importante sobre el uso del crecimiento compensatorio como una herramienta que puede impactar de forma positiva en el peso final de los corderos destinados al abasto, así como los rasgos de resiliencia y tolerancia al estrés térmico que tienen los caprinos en climas cálidos y que servirá como modelo para hacer frente a los efectos del cambio climático. Finalmente, se aborda un tema sumamente interesante y que tiene que ver la domesticación del ovino y la vinculación que se ha generado con el hombre desde hace 11 mil años.

Agradecemos a los autores y revisores, así como a nuestros lectores por seguir apoyando esta importante labor, así mismo, los invitamos a seguir enviando sus contribuciones, que son las que hacen que este proyecto siga creciendo.

Atentamente
M.C. Gabriela Castillo Hernández
EDITOR EN JEFE

LA INFESTACIÓN POR *Melophagus ovinus*, UNA ECTOPARASITOSIS FRECUENTE. (Segunda parte)

Jorge Alfredo Cuéllar Ordaz

RESUMEN

Este escrito es la continuación del artículo “La infestación *Melophagus ovinus*, una ectoparasitosis frecuente” presentado en el tercer número de la Revista Universitaria de Ovinos y Caprinos. El documento aborda principalmente dos cuestiones, la primera es acerca de la respuesta y la resistencia que tiene el hospedador contra *Melophagus ovinus*, entre ellos esta una mayor producción de grasa cutánea lo que ocasiona una reducción al acceso a la sangre por parte del parásito, la segunda cuestión que se plantea es el potencial que tiene este parásito como posible vector debido a que se le ha asociado con enfermedades como rickettsial hidropericardio (heartwater) y lengua azul, así como también se ha encontrado la identificación de bacterias, virus y protozooario, por técnicas de biología molecular, en el intestino de estos parásitos.

Palabras clave: Respuesta inmune, hospedador, vector, ectoparásito.

ABSTRACT

This paper is a continuation of the article “*Melophagus ovinus* infestation, a common ectoparasitosis” presented in the third issue of the University Journal of Sheep and Goats. The paper mainly addresses two issues, the first is about the host’s response and resistance against *Melophagus ovinus*, including an increased production of cutaneous fat which reduces the parasite’s access to the blood. The second issue is the potential of this parasite as a possible vector since it has been associated with diseases such as rickets, hydropericardium and bluetongue, and bacteria, viruses and protozoa have also been identified in the intestines of these parasites using molecular biology techniques.

Keywords: Immune response, host, vector, ectoparasite.



Facultad de Estudios Superiores
Cuautitlán Universidad Nacional
Autónoma de México Cuautitlán Izcalli,
Estado de México. C.P. 54714
Correo: jcuellar@unam.mx

Respuesta del hospedador contra *Melophagus ovinus*

Se especula acerca de los factores que influyen en la cantidad de melófagos presentes en el animal. Se ha indicado que las variaciones en la población de parásitos son independientes de los factores climáticos, son consecuencia del desarrollo de una resistencia adquirida (Baron y Weintraub, 1987).

En ovinos con un buen estatus nutricional, hay un incremento en la temperatura de la lana y una mayor secreción de grasas cutáneas, esto ocasiona una reducción en el acceso a la sangre por un mayor acúmulo de grasa cutánea y como resultado final se favorece un decremento en la cantidad de parásitos (Pfadt y col., 1953).

De acuerdo con Pfadt (1976), los ovinos desarrollan dos tipos de resistencia al *M. ovinus*, una es la respuesta basada en la inducción de una gran vasoconstricción arteriolar cutánea y el segundo es una resistencia de origen nutricional o antibiosis inducida en ovinos alimentados con vitamina A. La resistencia contra *M. ovinus* se adquiere con el tiempo, entonces los animales se desarrollan mejor y producen más lana.

La evidencia hasta ahora mostrada establece que la inmunidad hacia el díptero es básicamente una respuesta local acompañada de un componente sistémico adicional.

Se ha detectado una infiltración eosinofílica y de células gigantes en la respuesta contra el insecto se localiza en un lugar determinado de la piel que no implica necesariamente el desarrollo de resistencia en un sitio adyacente. la zona parasitada (Nelson y Kozub, 1980).

La resistencia se manifiesta más rápidamente cuando se permite que los *M. ovinus* se alimenten en un segundo sitio, sin embargo, la inmunidad se pierde en áreas de la piel anteriormente resistentes y que no habían sido expuestas a los parásitos durante un cierto tiempo (Nelson y Kozub, 1980).

Parecería que en el efecto local pudiera presentarse una respuesta inflamatoria con elementos de efecto inmunológico sensibilizados durante el proceso de alimentación del parásito. En estudios histológicos de la piel de animales considerados como resistentes al *M. ovinus* (Nelson y Bainborough, 1963), se encontró los vasos sanguíneos prácticamente no poseían sangre, había vasoconstricción arteriolar y degeneración fibrinoide de la túnica media.

Ese hallazgo solamente involucró algunos segmentos de arteriolas y se presenta permanentemente durante varios meses. Esos autores sugieren que esas lesiones son compatibles con una reacción local de Shwartzman o también con una reacción de Arthus. En los animales considerados como susceptibles al parásito, el vasoespasmo estuvo ausente en todos los animales examinados, inclusive en aquellos que se empleó cortisona como inmunosupresor.

Cuando se corta o lacera la piel de animales resistentes a melófagos, hay solo una pequeña hemorragia o no se presenta, se ha comentado que una posible explicación a esa resistencia de los borregos al *M. ovinus* puede estar asociada al aporte de sangre de la piel y a la habilidad del parásito a obtener suficiente sangre para sobrevivir. Solo algunos dípteros pueden sobrevivir en los ovinos resistentes, posiblemente la secreción salival que inyectan durante su alimentación es suficiente para mantener el vasoespasmo cutáneo. Por otro lado, está demostrado que esos dípteros son capaces de alimentarse durante un periodo más corto, cuando a los ovinos resistentes al parásito se les administra cortisona en relación con los que no la reciben (Nelson y Bainborough, 1963).

También algunos factores hormonales tienen influencia sobre la adquisición de resistencia a *M. ovinus*. Se ha comprobado que la población cíclica anual del díptero puede estar afectada por estrés fisiológico o ambiental como sería la gestación y la malnutrición, las ovejas gestantes son más susceptibles al parásito, la progesterona en la sangre del animal provoca que disminuya la resistencia provocando infestaciones masivas en ese momento (Nelson, 1962b).

Se producen anticuerpos específicos contra el *M. ovinus* en respuesta a la infestación, sin embargo, no tienen relación con la resistencia adquirida por los animales parasitados (Baron y Nelson, 1985). Los niveles de anticuerpos en los animales susceptibles son similares a los mostrados por los corderos que exhiben resistencia innata a la infestación.

La inmunidad no es transferida pasivamente a través de inmunoglobulinas (Ig G) derivadas de animales resistentes.

Se han utilizado las pruebas de blastogénesis a antígenos específicos *in vitro* de linfocitos derivados de animales infestados, para conocer la implicación de la inmunidad celular en el desarrollo de resistencia adquirida a los ectoparásitos (Baron y Weintraub, 1987). Los linfocitos de animales infestados con melófagos responden *in vitro* a la estimulación por un antígeno crudo de *M. ovinus* preparado a partir de glándulas salivales del parásito (Baron y Nelson, 1985), presentándose una elevación de la actividad hacia el final del periodo de infestación.

Por otro lado, la respuesta de la fitohemaglutinina, un activador policlonal de los linfocitos T, se deprime en animales susceptibles altamente parasitados, sugiriendo que los ectoparásitos tienen un efecto supresor de la respuesta inmune del hospedador (Baron y Weintraub, 1987).

Finalmente, se ha visto que las poblaciones de linfocitos T de animales con resistencia innata responden más tempranamente a la infestación en comparación con los animales susceptibles. Eso puede indicar que la resistencia innata se basa en la habilidad de los linfocitos T de los ovinos resistentes a reaccionar más eficazmente a la estimulación, en relación con a ese leucocito de los animales susceptibles (Baron y Weintraub, 1987).

El *Melophagus ovinus* como potencial vector

Por ser un hematófago voraz y su rápida reproducción, el *M. ovinus* es considerado un pábulo adecuado para la multiplicación y transmisión de patógenos a los hospedadores a quien parasita (Bezerra y Otrantoa, 2020), situación ya comprobada en diversos países de América, Asia y Oceanía (Casco y col., 2021).

En el intestino del melófago existe una gran diversidad de microorganismos, sin embargo, no en todos los casos se han relacionado con padecimientos infecciosos en los ovinos y poco se ha dilucidado si la salud del díptero se ve afectada.

En cuanto a las bacterias, tanto en los dípteros recién nacidos (que aún no se han alimentado) como en las hembras adultas (con el intestino lleno de sangre), las evaluaciones microbiológicas han demostrado que el phylum predominante son las proteobacterias. De un total de 42 géneros bacterianos aislados, *Arsenophonus*, *Bartonella* y *Wolbachia* fueron los más comunes (Duan y col., 2019). Por otro lado, a través de biología molecular se confirmó que *Bartonella* es el género más frecuente y se ha identificado a la especie *B. melophagi* que ya se aisló en ovinos y humanos de Estados Unidos, después en Etiopia (Kumsa y col., 2014) y en el centro de Europa (Rudolf y col., 2016). Con la misma herramienta molecular, en China se han detectado *B. melophagi* y *Wolbachia* del supergrupo F en *M. ovinus* (Liu y col., 2018).

Por otro lado, Zaugg y Coan (1986) fracasaron al intentar la transmisión de la rickettsia *Anaplasma ovis* por medio de *M. ovinus* que ingirieron sangre de ovejas que padecían la enfermedad en forma aguda, al pasarlos hacia ovejas esplenectomizadas susceptibles a la anaplasmosis, las cuales al cabo de 90 días en que fueron trasferidos los dípteros, no mostraron evidencias clínicas, serológicas ni hematológicas de esa enfermedad.

Más recientemente, Hornok y col. (2011) a través de técnicas moleculares demostraron la presencia de *A. ovis*, *Rickettsia helvetica* y otras especies no identificadas, tanto en los *M. ovinus*, como en las ovejas, ciervos y corzos de vida libre infectados con el ectoparásito; plantean la posibilidad del papel como reservorios que juegan los ovinos y los ciervos rojos en la epidemiología de las rickettsiosis.

La infestación por *M. ovinus* también se ha asociado a la enfermedad rickettsial hidropericardio (heartwater). Mebus y Logan (1988) en Mali informan de brotes de *Cowdria ruminantium*, rickettsia, causante del hidropericardio en rumiantes; los bovinos afectados estaban infestados por *Amblyoma variegatum*, una garrapata dura (Familia Ixodidae), mientras que los ovinos no tenían esa garrapata, sin embargo, estaban altamente infestados por *M. ovinus*.

En cuanto a virus, existen evidencias de que el *M. ovinus* de los borregos favorece la transmisión del virus de lengua azul (Taylor, 1992). También se ha detectado el virus relacionado con la enfermedad de la frontera. A nivel mundial, en China se detectó por primera vez en *M. ovinus* provenientes de algunas sus provincias y consideran que el ectoparásito es un potencial vector de esa virosis (Liu y col., 2019).

Desde hace varias décadas se encontró que el *M. ovinus* transmite al protozooario flagelado *Trypanosoma (Megatrypanum) melophagium*, un microorganismo aparentemente apatógeno para los ovinos.

El protozooario se localiza en el contenido intestinal del díptero y es considerado como muy específico para parasitar a ese ectoparásito (Costa y col., 1983; Martinković y col., 2012). Nelson (1958) atribuye a ese protozooario la gran mortandad de dípteros "viejos". Los ovinos adquieren los tripanosomas a través de la mucosa oral cuando mastican a los melófagos al rascarse por el prurito ocasionado por su desplazamiento.

La parasitemia por *T. melophagium* se incrementa por una infestación reciente combinada con la aplicación de cortisona, resultando en la aparición de protozoarios de menor tamaño. Formas más grandes del flagelado se observan en las infecciones crónicas (Büscher y Friedhoff, 1984). Un hallazgo interesante lo efectuaron Gibson y col. (2010) quienes a través de un análisis de secuencia del gen de ARN ribosómico encontraron que las secuencias de *T. melophagium* eran muy similares a las de *Theileria theileri* sugiriendo una estrecha relación genética entre ambos y pudiera ser *T. melophagium* representa una línea de *T. theileri* que se adaptó a la transmisión por medio de *M. ovinus*, por lo tanto, se convirtió en un parásito específico de las ovejas.

En China se ha diagnosticado la presencia de *Theileria luwenshuni* en un 75.0% de las ovejas tibetanas muestreadas y que poseían *M. ovinus* con un 30.8% de infección por el protozooario (Hao y col., 2020). Por otro lado, Zhao y col. (2020) informaron del primer diagnóstico de *Theileria ovis* a través de la detección del ADN del protozooario en ese país.

Bibliografía

- Appleyard, B., Bailie, H. (1984). Parasitic skin diseases of sheep. In Practice. 6: 4-9.
- Appleyard, W.T., Williams, J.T., Davie, R. (1984). Use de pyrethroid impregnated tags in the control of sheep headfly disease. Vet. Rec. 115: 463-464.
- Baker, R.J., Britt, P.D. (1990). Causes of death and illness in the native sheep of North Ranaidsay, Orkney. II. Lambs. Br. Vet. J. 146: 143-146.
- Baron, R.W., Nelson, W.A. (1985). Aspects of the humoral and cell-mediated immune responses of sheep to the ked *Melophagus ovinus* (Diptera: Hippoboscidae). J. Med. Entomol. 22 (5): 544-549.
- Baron, R.W., Weintraub, J. (1987). Immunological responses to parasitic arthropods. Parasitol. Today. 3 (3): 77-82.
- Belschner, H.G. (1971). Sheep management and disease. 9th ed. Agricultural and livestock series. Angus and Robertson. Australia.
- Bezerra, S.M.A., Otranto, D. (20020). Keds, the enigmatic flies and their role as vectors of pathogens. Acta Tropica. 209: 105521
- Bramley, P.S., Henderson, D. (1984). Control of sheep scab and other ectoparasites with propentamphos. Vet. Rec. 115: 460-463.
- Britt, P.D., Baker, R.J. (1990). Causes of death and illness in the native sheep of North Ranaidsay, Orkney. I. Adult sheep. Br. Vet. J. 146: 129-142.
- Büscher, G., Friedhoff, K.T. (1984). The morphology of ovine *Trypanosoma melophagium* (Zoomastigophorea: Kinetoplastida). J. Protozool. 31 (1): 98-101.
- Carballo, V.M. (1987). Enfermedades causadas por parásitos externos. En: Enfermedades de los lanares. Edit. por J Bonino M, A Durán del Campo y JJ Nari. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay.
- Casco, X., Roldán, J., Serrano, D., Simbaña, M., Soria, C. (2021). Importancia de *Melophagus ovinus* como vector de enfermedades en varias partes del mundo. Rev. vet. 32 (1): 110-113.
- Cheng, T.C. (1978). Parasitología general. 2º ed. AC Acribia. España.
- Costa, J.O., Lima, D.S.W., Leite, A.C.R., Guimaraes, M.P., Torres, L.D. (1983). *Melophagus ovinus* y *Trypanosoma* (*Megatrypanum*) *melophagium* em ovinos no Estado de Minas Gerais, Brasil. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Río de Janeiro. 78 (1): 101-103.
- Cuéllar, O.J.A. (2001). Ectoparásitos: Causas, repercusiones y métodos de control. La Revista del Borrego. 2 (11): 30-31.
- De Vos, L., Josens, G., Vray, B., Pecheur, M. (1991). Etude en microscopie électronique à balayage de *Melophagus ovinus* (Linné 1758). Ann. Méd. Vet. 49: 45-56.
- Domatsky, V.N., Nikonov, A.A., Beletskaya, N.I., Siben, A.N. (2018). Efficiency of the insecticide composition "Abifipr" at melofagosis of sheep. J. Biol. Sci. 18 (1): 95-100
- Drummond, R.O. (1985). New methods of applying drugs for the control of ectoparasites. Vet. Parasitol. 18: 111-119.
- Duan, D.Y., Zhou, H.M., Cheng, T.Y. (2019). Comparative analysis of microbial community in the whole body and midgut from fully engorged and unfed female adult *Melophagus ovinus*. Med. and Vet. Entomol. 34 (2): 215-224.
- Evans, G.O. (1946). A method for observing the life-cycle of *Melophagus ovinus* (Linn.). Nature. 157: 773.
- Gameda, N., Mokonnen. W., Lemma, H., Tadele, A., Urga, K., Addis, G., Debella, A., Getachew, M., Teka, F., Yirsaw, K., Mudie, K., Gebre, S. (2014). Insecticidal activity of some traditionally used Ethiopian medicinal plants against sheep ked *Melophagus ovinus*. J. Parasitol. Res. article ID 978537, 7 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/978537>
- Georgi, J.R., Georgi, M.E. (1990). Parasitology for veterinarians. 5th ed. WB Saunders Company, USA.
- Gibson, W., Pilkington, J.G., Pemberton, J.M. (2010). *Trypanosoma melophagium* from the sheep ked *Melophagus ovinus* on the island of St Kilda. Parasitol. 137(12): 1799-1804.

Bibliografía

- Griffiths, H.J. (1978). A handbook of veterinary parasitology domestic animals of North America. The University of Minnesota. USA.
- Guerrero, M.C. (1986). Actividad comparada del ivermectin administrado por las vías subcutánea y oral, en ovinos infestados naturalmente por *Melophagus ovinus*. *Vet. Méx.* 17: 41-43.
- Hao, L., Yuan, D., Li, S., Jia, T., Guo, L., Hou, W., Lu, Z., Mo, X., Yin, J., Zheng, W., Li, R. (2020). Detection of *Theileria* spp. in ticks, sheep keds (*Melophagus ovinus*), and livestock in the eastern Tibetan Plateau, China. *Parasitol. Res.* 119: 2641–2648.
- Henderson, D.V. (1991). The veterinary book for sheep farmers. Famer Press Book. England.
- Hornok, S., De la Fuente, J., Biró, N., Fernández de Mera, I.G., Meli, M., Elek, V., Gönczi, E., Meili, T., Tánczos, B., Farkas, R., Lutz, H., Hofmann-Lehmann, R. (2011). First molecular evidence of *Anaplasma ovis* and *Rickettsia* spp. in keds (Diptera: Hippoboscidae) of sheep and wild ruminants. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 11 (10): 1319-1321.
- Ivey, M.C., Palmer, J.S. (1981). Chlorpyrifos and 3, 5, 6-trichloro-2-pyridinol: Residues in the body tissues of sheep treated with chlorpyrifos for sheep ked control. *J. Econ. Entomol.* 74: 136-137.
- Kimberling, C.V. (1988). *Jensen and Swift's Diseases of sheep*. Lea and Febiger. Philadelphia, USA.
- Kirwood, A.C., Bates, P.G. (1987). Flumethrin: A non-stripping pyrethroid dip for the control of sheep scab. *Vet. Rec.* 120: 197-199.
- Konradšd, H., Panagiotakopulu, E., Lucas, G. (2021). A very curious larder – Insects from post-medieval Skalholt, Iceland, and their implications for interpreting activity areas. *J. Archaeol. Sci.* 126: 105319.
- Kumsa, B., Parola, P., Raoult, D., Socolovschi, C. (2014). *Bartonella melophagi* in *Melophagus ovinus* (sheep ked) collected from sheep in northern Oromia, Ethiopia. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.* 37 (1): 69-76.
- Larroza, M., Aparicio, A., Raffo, F., Cabrera, R., Olaechea, F. (2018). Modeling of the annual cycle of *Melophagus ovinus* (L.) in two sheep flocks of Patagonia, Argentina. *Small Rum. Res.* 160: 19–22.
- Legg, E.D., Kumar, R., Watson, D.W., Lloyd, J.E. (1991). Seasonal movement and spatial distribution of the sheep ked (Diptera: Hippoboscidae) on Wyoming lambs. *J. Econ. Entomol.* 84 (5): 1532-1539.
- Nelson, W.A., Bainborough, A.R. (1963). Development in sheep of resistance to ked *Melophagus ovinus* (L.). III. Histopathology of sheep skin as a clue to the nature of resistance. *Exp. Parasitol.* 13:118-127.
- Nelson, W.A., Petrunia, D.M. (1969). *Melophagus ovinus*: Feeding mechanism on transilluminated mouse ear. *Exp. Parasitol.* 26: 308-313.
- Neveu, L.M. (1938). *Traité d'entomologie médicale et veterinaire*. Vigot Frères Editeurs. France.
- Pfadt, R.E. (1976). Sheep ked populations on a small farm. *J. Econ. Entomol.* 69 (3): 313-316.
- Pfadt, R.E., Paules, L.H., De Foliart, G.R. (1953). Effect of the sheep ked on weight gains of feeder lambs. *J. Econ. Entomol.* 46 (1): 95-99.
- Rudolf, I., Betášová, L., Bischof, V., Venlíková, K., Blažejová, H., Mendel, J., Hubálek, Z., Kosoy, M. (2016). Molecular survey of arthropod-borne pathogens in sheep keds (*Melophagus ovinus*), Central Europe. *Parasitol. Res.* 115: 3679–3682.
- Quiroz, R.H. (1999). *Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos*. UTEHA Noriega Editores. México.
- Rundle, J.C., Forsyth, B.A. (1984). The treatment and eradication of sheep lice and ked with cyhalothrin a new synthetic pyrethroid. *Aust. Vet. J.* 61: 396-399.
- Sadler, J.P. (1990). Records of ectoparasites on humans and sheep from Viking-age deposits in the former western settlement of Greenland. *J. Med. Entomol.* 27 (4), 628–631.

Bibliografía

- Small, R.W. (2005). A review of *Melophagus ovinus* (L.), the sheep ked. *Vet. Parasitol.* 130, 141–155.
- Soulsby, E.J.L. (1984). *Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos*. 7º ed. Interamericana. México.
- Strickman, D., Lloyd, E.J., Kumar, R. (1984). Relocation of host by sheep ked (Diptera: Hippoboscidae). *J. Econ. Entomol.* 77: 437-439.
- Suárez, M.C., Olaechea, F.V., Rshaid, G.A.M. (1985). Evaluación de campo de la cipermetrina aplicada pour-on en ovinos infestados con *Melophagus ovinus*. *Vet. Arg.* 2 (19): 828-831.
- Tang, J.M., Li, F., Cheng, T.Y., Duan, D.Y., Liu, G.H. (2018). Comparative analyses of the mitochondrial genome of the sheep ked *Melophagus ovinus* (Diptera: Hippoboscidae) from different geographical origins in China. *Parasitol. Res.* 117: 2677–2683.
- Taylor, R.E. (1992). Ectoparasites and their control. In: *Scientific farm animal production. An introduction to animal science*. 4th ed. Mc Millan Publishing Company. USA.
- Tetley, J.H. (1958a). The sheep ked, *Melophagus ovinus* L. I: Dissemination potential. *Parasitol.* 48: 353-363.
- Tetley, J.H. (1958b) The sheep ked, *Melophagus ovinus* L. II: Keds acquired by a lamb from the mother. *Parasitol.* 48: 364-374.
- Whiting, F., Slen, S.B., Nelson, W.A. (1953). The effects of sheep ked (*Melophagus ovinus* L.) on feeder lambs. *Proc. Annual Meeting Western Section American Society of Animal Production*. Vol. 4 Colorado A & M College. Fort Collins, Colorado.
- Zaugg, J.L., Coan, M.E. (1986). Test of de sheep ked *Melophagus ovinus* (L) as a vector of *Anaplasma ovis* Lestoquard. *Am. J. Vet. Res.* 47 (5): 1060-1062.
- Zhao, L., Wang, J., Ding, Y., Li, K., He, B., Li, F., Zhang, L., Li, X., Liu, Y. (2020). *Theileria ovis* (Piroplasmida: Theileriidae) detected in *Melophagus ovinus* (Diptera: Hippoboscoidea) and *Ornithodoros lahorensis* (Ixodida: Argasidae) removed from sheep in Xinjiang, China. *J. Med. Entomol.* 57 (2): 631–635.

CONTRIBUCIONES TECNOLÓGICAS EN EL MEJORAMIENTO GENÉTICO PARA LA INDUSTRIA OVINA HIDALGUENSE

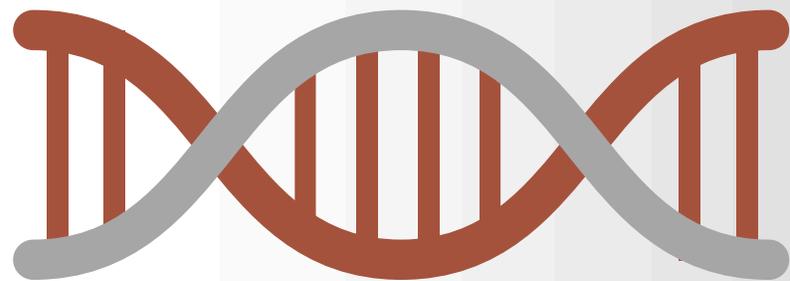
Lino de la Cruz-Colín

RESUMEN

El objetivo del presente resumen fue describir y discutir algunos resultados generados de la implementación de estrategias del mejoramiento genético en ovinos en el estado de Hidalgo, México, con la finalidad de orientar a los productores a la mejor toma de decisiones en la selección de reproductores. Las pruebas de comportamiento se llevaron a cabo en el periodo de 1999 al 2005, donde se evaluaron alrededor de 1,000 corderos de 10 razas; con mayor participación de las razas Hampshire, Suffolk y Dorset. Se generaron 9 cruzamientos ovinos usando razas maternas y terminales en tres sistemas de producción, con la finalidad de evaluar características productivas y de la composición de la canal. Se llevó a cabo el análisis genético de la raza Hampshire para estimar parámetros genéticos de características de crecimiento y estimar los valores genéticos de los animales para apoyar los programas de selección de futuros y sobresalientes progenitores. Se concluye que las pruebas de comportamiento marcaron el camino para el inicio de una evaluación más objetiva de los futuros progenitores.

En el tema de cruzamientos, se identificó, al menos, un genotipo por sistema de producción por mayor productividad, eficiencia y calidad en transformación a barbacoa. Del análisis genético, se estimaron por primera vez los valores genéticos para características de crecimiento en la raza Hampshire, marcando la pauta de las evaluaciones genéticas a nivel nacional.

Palabras Clave: Prueba de comportamiento, evaluación genética, cruzamientos ovinos, barbacoa.



Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,
Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental
Valle de México.

Sitio Experimental Hidalgo. Pachuca de Soto,
Hidalgo. CP. 42090,

*Autor para correspondencia
delacruz.lino@inifap.gob.mx

TECHNOLOGICAL CONTRIBUTIONS TO THE GENETIC IMPROVEMENT FOR THE HIDALGUENSE SHEEP INDUSTRY

ABSTRACT

A genetic analysis was performed in the Hampshire breed to estimate genetic parameters for growth traits and obtain the breeding values to support the selection programs of future and superior progenitors. In conclusion, the performance test opened the way to the beginning to the more objective evaluation of the progenitors. In the cross breeding topic, at least one genotype was identified by production system, for their high productivity, efficiency and quality to the barbacoa transformation. From the genetic evaluation, for the first time were estimated breeding valued of the animals for growth traits, setting the way to the national genetic evaluations. The objective of the present document was to describe and discuss some results from the implemented strategies in sheep genetic improvement in Hidalgo state, with the aim to lead to the producers to make a selection decisions of the future progenitors. The performance test was conducted in the period between 1999 to 2005, where 1,000 lambs from 10 breeds were evaluated with main participation of Hampshire, Suffolk and Dorset breeds. Also, were generated 9 sheep cross breeding base on maternal and terminal breeds from 3 production systems, where productive and carcass traits were evaluated.

Keywords: Performance test, genetic evaluation, sheep cross breeding, barbacoa.

Introducción

La producción de ovinos en México ha hecho una importante contribución para contrarrestar la pobreza en el medio rural, aportando significantes ingresos para muchos productores (Martínez et al., 2011). Sin embargo, por un periodo largo el manejo de los rebaños ha sido de manera tradicional sin la adopción de programas modernos de mejora genética (Galaviz et al., 2014), lo cual en combinación con otros factores tales como la diversidad de sistemas de producción y ambientes, pequeños rebaños en muchos productores, actividad de tiempo parcial, así como la pobre definición de objetivos de cría (Vélez et al., 2016), ha resultado en una baja productividad en este sector (Bobadilla et al., 2021). En este sentido, el principal reto de la ovinocultura es integrar la cadena de valor involucrando todos los componentes, mejorando la eficiencia para producir e incrementar la productividad y la rentabilidad. Sin embargo, este reto deberá ser enfrentado mediante el uso de tecnología genética, la cual hoy en día está cambiando el sector pecuario alrededor del mundo (Georges et al., 2019) y que su aplicación para el mejoramiento genético es un elemento clave para mejorar esta actividad (Thorne et al., 2021); de lo contrario, si esto no se da, la producción de ovinos se verá seriamente afectada en su productividad.

Con la finalidad de orientar a los productores de ovinos en la toma de decisiones en el manejo de sus explotaciones y contribuir de manera favorable en la producción, el objetivo del presente resumen es describir y discutir algunos resultados generados a través de la implementación de estrategias enfocadas al mejoramiento genético, en los últimos 20 años por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP - Hidalgo) en colaboración con la Unión Nacional de Ovinocultores (UNO).

Materiales y Métodos

Se desarrollaron tres estrategias enfocadas al mejoramiento genético en la industria ovina en el estado de Hidalgo a través de proyectos de investigación, y que han servido de referencia a nivel nacional, apoyando en la ejecución de acciones como el programa de inseminación artificial y evaluaciones genéticas.

a) Prueba de comportamiento:

Es una herramienta del mejoramiento genético que se utiliza en la fase postdestete, la cual se basa en el comportamiento propio del animal con la finalidad de llevar a cabo la selección de futuros progenitores (Lehman, 1996). En esta prueba se miden rasgos de velocidad de crecimiento, conversión alimenticia y características de la composición de la canal bajo las mismas condiciones de alimentación y manejo (Bourdon, 1997).

Las pruebas de comportamiento se llevaron a cabo en el periodo de 1999 al 2005, donde se evaluaron alrededor de 1,000 corderos de 10 razas; con mayor participación de las razas Hampshire, Suffolk y Dorset.

La duración de las pruebas en promedio fue de 75 días, de los cuales 15 fueron al periodo de adaptación y 60 para la toma de datos. Las características evaluadas fueron la ganancia diaria de peso (GDP), la conversión alimenticia (CALIM), espesor de grasa (EG), profundidad del musculo (PAML) y área del musculo del lomo (AML).

La GDP y CALIM fueron calculadas en periodos de 15 días; mientras que las características de la composición de la canal (EG, PAML y AML) fueron registradas con ultrasonido al final de la prueba. Un índice final fue calculado para cada animal considerando el 80% de la ganancia de peso y el 20% el espesor de grasa (no se presentan en este escrito).

b) Cruzamientos ovinos:

Se define como una herramienta del mejoramiento genético que se lleva a cabo entre dos razas para aprovechar al máximo el vigor híbrido, permitiendo que se manifiesten caracteres que están determinados por los genes dominantes (Torres y De La Cruz, 2000). El vigor híbrido permite aumentar el vigor de la progenie y uniformiza el comportamiento de las futuras generaciones. Estos cruzamientos normalmente se emplean para la producción de corderos para el abasto, y se denominan cruce terminal o industrial, o bien, para generar reemplazos con mejores características maternas. Con el objetivo de llevar a cabo la integración de los sistemas de producción, así como el aprovechamiento de los recursos genéticos ovinos en la entidad (razas terminales y maternas), se evaluaron nueve cruzamientos en tres regiones con tradición ovejera.

En el Valle del Mezquital, se usaron hembras de la raza Katahdin con sementales Texel, Hampshire y Charollais; en Singuilucan hembras Dorset con sementales Suffolk, Hampshire y Texel, y en Cuautepec de Hinojosa, la raza Hampshire como raza materna con sementales Texel, Dorset y Charollais. Se empadronaron 265 ovejas por monta natural inducida e inseminación artificial. El manejo nutricional y sanitario de los animales fue acorde a cada región. El destete de los corderos se realizó en promedio a los 75 días de edad, para posteriormente ser sometidos a una prueba de comportamiento de 75 días (15 de adaptación y 60 de toma de datos). Las características evaluadas en la fase postdestete fueron la ganancia diaria de peso (GDP), consumo de alimento (CA), conversión alimenticia (CALIM), peso final (PF) y edad final (EF). Al término de la prueba, 12 animales de ambos sexos fueron sacrificados en Rastro Tipo Inspección Federal (TIF) para evaluar el rendimiento de la canal (RC), el EG y el AML. Posteriormente tres canales de cada cruzamiento fueron destinadas para la evaluación de barbacoa donde se determinó el peso total en barbacoa (PTB); rendimiento en barbacoa (RB) y nivel de aceptación de la barbacoa (NAB), usando una escala del 1 al 10.



c) Evaluación genética:

El propósito de la evaluación genética es usar toda la información relevante para estimar el mérito genético para la selección de candidatos (padres) para producir la próxima generación considerando características de importancia económica. La evaluación genética, en buena medida, depende del grado de uso de los mejores modelos estadísticos para producir valores genéticos con buena predicción del comportamiento futuro. Sin embargo, estos métodos son raramente perfectos en una evaluación. Por esta razón, una evaluación genética enfatiza en tres aspectos importantes relacionados con el sesgo, dispersión y confiabilidad (Macedo et al., 2020).

Los modelos lineales mixtos son el método más común que se usa para predecir valores genéticos sobre observaciones fenotípicas. Los modelos lineales mixtos son la base del BLUP (Mejor Predictor Linear Insesgado), una metodología desarrollada por Henderson (1975), en el cual los valores genéticos y los efectos fijos son estimados de manera simultánea.

Con la finalidad de establecer conexiones genéticas entre rebaños y llevar a cabo las primeras evaluaciones genéticas en ovinos, durante el periodo del 2005 al 2009, se estableció un programa regional de sementales de referencia en las razas Suffolk, Hampshire y Dorset (De La Cruz y Gutiérrez, 2009). Sin embargo, solamente en la raza Hampshire se condujo la primera evaluación genética, la cual fue completada en el 2009, que incluyó información de características de crecimiento de 10 granjas con un total de 1,072 corderos, los cuales fueron progenie de 63 sementales y 612 ovejas con un pedigrí de 2,775 animales de tres generaciones.

Con el objetivo de apoyar el establecimiento de programas de mejoramiento genético, los parámetros genéticos fueron estimados para características de peso al nacer, al destete, a 90, 120 y 210 días. Por otro lado, valores genéticos fueron estimados bajo la metodología BLUP, con la finalidad de apoyar los programas de selección de futuros y sobresalientes progenitores.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se muestran las características de crecimiento y de composición de la canal en corderos de las razas Dorset, Suffolk, Hampshire, Katahdin, Charollais, Dorper, Rambouillet, Blackbelly, Pelibuey y East Friesian. Aunque el objetivo de la prueba es evaluar el desempeño de los animales de manera individual dentro de cada raza, así como el generar un índice para su selección; es importante ilustrar estos resultados para contar con más elementos para el mejor uso de las diferentes razas ya sea para el pie de cría, o bien, cruzamientos.

La GDP estuvo en un rango de entre 0.225 y 0.451 kg d-1 animal. Las razas terminales (Suffolk, Hampshire, Charollais) presentaron la mayor GDP. Las razas Dorset, Katahdin, Dorper, Rambouillet y East Friesian registraron una GDP intermedia; mientras Blackbelly y Pelibuey presentaron las más baja GDP (Cuadro 1).

La CALIM en promedio fue de 3.80 a 5.80 kg/animal entre todas las razas. Las razas Charollais y el Hampshire presentaron los mejores CALIM con valores de 3.80 y 3.90 kg/animal, respectivamente. Mientras la Suffolk y Dorper, tuvieron las perores CALIM (5.80 y 5.70 kg/animal).

La raza Suffolk fue la que registró el mayor EG (8.3 mm), mientras que la Charollais tuvo el menor valor (1.0 mm). En general el EG para todas las razas se puede considerar normal dentro los estándares de la clasificación de canales, la cual no rebasa los 6 mm de espesor.

Cuadro 1. Promedios de características de crecimiento y de la canal en 10 razas en prueba de comportamiento.

Raza	CARACTERÍSTICA					
	GDP	CALIM	EG	PAML	AML	PV150
	Kg d-1 animal	kg/animal	mm	mm	cm2	Kg
Dorset	0.365	4.60	5.20	25.40	13.20	59.20
Suffolk	0.418	5.80	8.30	27.60	15.10	66.00
Hampshire	0.451	3.90	5.00	28.10	14.40	64.00
Katahdin	0.324	5.40	3.60	21.90	13.00	53.50
Charollais	0.425	3.80	1.00	29.00	12.80	59.00
Dorper	0.300	5.70	5.00	26.40	15.10	57.90
Rambouillet	0.334	4.90	3.50	24.80	13.90	57.50
Blackbelly	0.225	4.30	3.00	19.60	11.80	37.80
Pelibuey	0.241	5.00	2.60	18.00	12.60	44.10
East Friesian	0.377	4.00	3.00	21.50	11.50	46.50

El PAML y el AML son indicadores de la cantidad de carne presente en el animal (canal), donde las razas Suffolk, Hampshire, Charollais, Rambouillet, Dorset y Dorper registraron los valores más altos.

El PV150 fue mayor para Suffolk y Hampshire, mientras Blackbelly registró el menor peso vivo a esa edad (Cuadro 1). Es conveniente mencionar que la variación de los resultados se debe a algunos factores como el año de prueba, las razas, el tipo de alimento, la edad de los animales, la época de prueba, y el lugar de prueba; por lo que se debe ser cuidadosos al momento de tomar ciertas decisiones o comparaciones con otras pruebas desarrolladas en diferentes condiciones.

GDP: Ganancia diaria de peso; CALIM: Conversión alimenticia; EG: Espesor de grasa; PAML: Profundidad del área del músculo del lomo; AML: Área del músculo del lomo; PV150: Peso vivo a 150 días de edad.

En el Cuadro 3, se presentan las características de la canal y de la barbacoa de nueve cruzamientos terminales evaluados en tres zonas ovejeras del estado de Hidalgo.

Para el RC hubo diferencias significativas entre cruzamientos en el Valle del Mezquital, donde el valor más alto fue para los corderos Katahdin x Texel (54.86%).

Cuadro 3. Promedios para características de la canal y de la barbacoa en nueve cruzamientos terminales ovinos en tres regiones del estado de Hidalgo.

Región	CRUZA	CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL			CARACTERÍSTICAS DE LA BARBACOA			
		RC	EG	AML	PCPC	PTB	RB	NAB
		%	Mm	cm ²	kg	kg	kg	
Valle del mezquital	Katahdin x Texel	54.86 ^a	1.94	15.13	31.60	25.65	63.30	7.11 ± 1.20 ^{ab}
	Katahdin x Hampshire	51.34 ^b	2.41	16.68	21.80	13.80	81.20	7.25 ± 1.34 ^a
	Katahdin x Charollais	50.30 ^b	1.76	15.68	21.00	12.90	61.40	6.97 ± 1.27 ^{ab}
Singuilucan	Dorset x Suffolk	51.29	2.00	15.98	24.40	15.2	62.30	7.03 ± 1.18 ^{ab}
	Dorset x Hampshire	50.79	2.10	13.53	17.80	9.75	54.80	6.94 ± 1.38 ^{ab}
	Dorset x Texel	51.23	3.20	14.44	19.60	11.95	61.00	6.69 ± 1.23 ^{ab}
Cuautepec de Hinojosa	Hampshire x Texel	54.89	5.42	19.93 ^a	33.60	20.50	61.00	6.97 ± 1.25 ^{ab}
	Hampshire x Dorset	53.29	4.46	18.39 ^{ab}	33.10	19.00	57.40	6.59 ± 1.38 ^b
	Hampshire x Charollais	52.94	5.34	17.87 ^b	34.10	19.00	55.70	7.03 ± 1.35 ^{ab}

RC: Rendimiento de la canal; EG: Espesor de grasa; AML: Área del músculo del lomo; PCPC: peso de la canal previo a la cocción; PTB: Peso total en barbacoa; RB: Rendimiento en barbacoa y NAB: Nivel de aceptación de la barbacoa.

En la región de Singuilucan, el RC para los cruzamientos evaluados no fueron diferentes entre ellos. Para los cruzamientos evaluados en la región de Cuauhtepc de Hinojosa, también sin diferencias entre ellos, donde el valor del RC estuvo en un rango de entre un 52.94 y 54.89%.

El EG estuvo en un rango de 1.76 a 5.42 mm para todos los cruzamientos en las tres regiones. Sin embargo, los valores más altos se presentaron en los cruzamientos en Cuauhtepc de Hinojosa, donde probablemente estén asociados al hecho de que los cruzamientos fueron entre razas cárnica terminales y que por naturaleza tienden a depositar más cantidad de grasa con respecto a genotipos con base materna ovejas de pelo.

Para el AML no se encontraron diferencias significativas entre cruzamientos en el Valle del Mezquital, al igual entre cruzamientos de la región de Singuilucan. Caso contrario a la región de Cuauhtepc de Hinojosa, donde entre cruzamientos el AML fue diferente, con el valor más alto en los corderos de la cruce Hampshire x Texel (19.93 cm²).



El PCPC se refiere a peso total de la canal antes de ser colocada en el horno para su cocción, donde tres canales fueron seleccionadas al azar de cada uno de los cruzamientos para cada región. El PTB se refiere al peso total de la barbacoa registrado inmediatamente después de la cocción. El PCPC y el PTB fueron utilizadas para el cálculo del RB (Rendimiento de Barbacoa). Los RB más altos fueron para los corderos Katahdin x Hampshire (81.20%) en el Valle del Mezquital, Dorset x Suffolk (62.30%) en Singuilucan, y para Hampshire x Texel (61.00%) en Cuauhtepc de Hinojosa. Los cruzamientos de Dorset x Hampshire y Hampshire x Charollais presentaron los RB más bajos con valores de 54.80% y 55.70%, respectivamente. En este sentido, entre mayor sea el RB, significa mayor ingreso. Cuando la barbacoa de cada cruzamiento se evaluó a través de una prueba de aceptación por parte de los consumidores, el NAB fue muy similar para todos los cruzamientos, donde el NAB más alto fue para el cruzamiento Katahdin x Hampshire (7.25) y el más bajo (6.59), para Hampshire x Dorset.

El panorama ideal para obtener una mayor rentabilidad, sin duda, sería la combinación de estas dos variables, buscando mayor RB, pero con valores mayores de NAB, lo que, sin duda, puede ayudar a empezar la búsqueda de un sobre precio para nuevos nichos de mercado, o bien, desarrollar otros mercados que estén en condiciones de pagar un mejor precio basado en calidad del producto.

c) Evaluación genética

Los estadísticos descriptivos para características de crecimiento y estimados de heredabilidad en la raza Hampshire son resumidos en el Cuadro 4. La media registrada para PN, PD, PESO90, PESO120 y PESO150, fueron de 4.13, 24.0, 32.5, 41.4 and 50.1 kg, respectivamente.

Estimados de la heredabilidad directa para PN, PD, PESO90, PESO120 y PESO150 fueron de 0.38 ± 0.11 , 0.15 ± 0.08 , 0.17 ± 0.08 , 0.18 ± 0.07 y 0.14 ± 0.06 , respectivamente. La heredabilidad más alta fue estimada para PN (0.38 ± 0.11) y la más baja fue para PESO150 (0.14 ± 0.06). Mientras los estimados de heredabilidad para características post destete estuvieron entre un rango de 0.14 ± 0.06 a 0.18 ± 0.07 .

En general, los estimados de heredabilidad directa tienden a incrementar conforme avanza la edad, la cual no fue observada en este estudio (Yazdi et al. 1997). Sin embargo, estos valores son razonablemente consistentes con estimados en previos estudios, pero ligeramente más bajos. Sin embargo, se podrían considerar útiles para ser usados en la implementación de programas de mejoramiento genético para la raza Hampshire en México.



CARACTERÍSTICAS*	PN	PD	PESO90	PESO120	PESO150
PESO VIVO, KG	4.1±1.1	24.0±5.5	32.5±7.0	41.4±8.8	50.1±10.4
H2D	0.38±0.11	0.15±0.08	0.17±0.09	0.18±0.07	0.14±0.06

Cuadro 4. Estimados de heredabilidad (h2d) para características de crecimiento en la raza Hampshire.

* PN: Peso al nacer; PD: Peso al destete; PESO90: Peso a 90 días; PESO120: Peso a 120 días; PESO150: Peso a 150 días

CONCLUSIONES

De manera general se concluye que las pruebas de comportamiento marcaron la pauta para el inicio de una evaluación más objetiva de los futuros progenitores para características de crecimiento. En el tema de cruzamientos, al menos se identificó un genotipo sobresaliente por región debido a una mayor productividad, eficiencia y calidad en la transformación a barbacoa, por lo que estos resultados fueron parte fundamental para la implementación del programa de inseminación artificial para cruzamientos dirigidos hacia la producción de carne en la región centro, haciendo énfasis en el uso adecuado de razas maternas y terminales. Los valores genéticos estimados para características de crecimiento mediante la evaluación genética, han servido para los programas de selección de mejores progenitores, y a su vez, los estimados de heredabilidad también forman parte importante en la conducción de programas de mejora genética en la raza Hampshire.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la participación de los productores cooperantes de la Asociación Ganadera Local de Ovinocultores del Valle de Tulancingo; así como al soporte financiero por parte de la Fundación Hidalgo Produce, A.C y al CONACYT, para la ejecución de proyectos enfocados al mejoramiento genético en ovinos.

PERSPECTIVAS

La producción de ovinos hoy en día representa una actividad importante en el sector agropecuario. Sin embargo, esta industria atraviesa por una serie de problemas derivada de los efectos de la pandemia de COVID-19 y otros factores, que han afectado seriamente el inventario ovino a nivel nacional y subsecuentemente la productividad. En este sentido, la producción ovina tiene un reto grande que enfrentar, pero a su vez tiene también la oportunidad de sentar las bases para los próximos 20 años, y donde si quiere revertir estos efectos tendrá que hacer uso de modernas herramientas genéticas con objetivos a largo plazo. Además, deberá integrar todos los eslabones de la cadena, producir de manera eficiente y aumentar la productividad. Sin embargo, esto requiere del trabajo coordinado del gobierno, los productores y las instituciones de investigación; donde este esfuerzo deberá ir acompañado de objetivos de producción, con programas de mejora genética que incluyan características de importancia económica como velocidad de crecimiento, reproductivas y de la composición de la canal, con miras a generar mejores mercados, que forzosamente demanden calidad del producto.

Bibliografía

- Bobadilla, S., Ochoa, A., & Perea, P. (2021). Dinámica de la producción y consumo de carne ovina en México 1970 a 2019. *Agronomía Mesoamericana*, 963-982. Retrieved from <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/download/44473/47878?inline=1>
- Bourdon, R. M. 1997. *Understanding Animal Breeding*. Prentice Hall. Upper NJ, USA. 253 p.
- Lehman, J. A. 1996. Performance Tested Ram Lambs. Bulletin. Iowa Ram Test Association Purebred and Commercial Ewe Lambs. Eldora, Iowa. 10 p.
- Galaviz, R., Ramírez, B., Vargas, L., Zaragoza, R., Guerrero, R., Mellado, B., & Ramírez, R. (2014). Effect of three production systems of central Mexico on growth performance of five lamb genotypes. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 24, 1303-1308. Retrieved from <http://www.thejaps.org.pk/docs/v-24-5/05.pdf>
- Georges, M., Charlier, C., & Hayes, B. (2019). Harnessing genomic information for livestock improvement. *Nature Reviews Genetics*, 20(3), 135-156. doi:<https://doi.org/10.1038/s41576-018-0082-2>
- Henderson, C. R. (1975). Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. *Biometrics*, 423-447. doi:<https://doi.org/10.2307/2529430>
- Macedo, F., Christensen, O. F., Astruc, J., Aguilar, I., Masuda, Y., & Legarra, A. (2020). Bias and accuracy of dairy sheep evaluations using BLUP and SSGBLUP with metafounders and unknown parent groups. *Genetics Selection Evolution*, 52(1), 1-10. doi:<https://doi.org/10.1186/s12711-020-00567-1>
- Martínez, G., Muñoz, R., García, M., Santoyo, C., Altamirano, C., & Romero, M. (2011). El fomento de la ovinocultura familiar en México mediante subsidios en activos: lecciones aprendidas. *Agronomía Mesoamericana*, 22(2), 367-377. Retrieved from https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212011000200013
- Thorne, J., Murdoch, B., Freking, B., Redden, R., Murphy, T. W., Taylor, J., & Blackburn, H. D. (2021). Evolution of the sheep industry and genetic research in the United States: opportunities for convergence in the twenty-first century. *Animal Genetics*, 52(4), 395-408. doi:<https://doi.org/10.1111/age.13067>
- Vélez, A., Espinosa, J., De la Cruz, L., Rangel, J., Espinoza, I., & Barba, C. (2016). Caracterización de la producción de ovino de carne del estado de Hidalgo, Mexico. *Archivos de Zootecnia*, 65(251), 425-428. doi:<https://doi.org/10.21071/az.v65i251.708>
- Yazdi M., Engström G., Näsholm A., Johansson K., Jorjani H., Liljedah L.-E. (1997) *Animal Science* 65: 247.

CRECIMIENTO COMPENSATORIO: UNA HERRAMIENTA EN EL SISTEMA DE ENGORDA DE CORDEROS

L. Sinai González-García¹, Aldair Quiroz-Herrera¹, Jorge A. Maldonado-Jaquéz,²
Pablo Arenas-Báez¹, L. Danilo Granados-Rivera^{3*}

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar y comparar el crecimiento compensatorio en corderos Dorper provenientes de un sistema en pastoreo e intensivo, respectivamente. El estudio empleó un diseño completamente aleatorizado con arreglo en medidas repetidas. Los resultados revelaron una interacción significativa tratamiento*tiempo ($p < 0.05$) en favor del grupo proveniente del pastoreo, en donde los mejores valores se observaron en variables como consumo de materia seca, ganancia diaria de peso, peso vivo, conversión alimenticia y eficiencia de alimentación. Este hallazgo sugiere que los corderos procedentes de un sistema extensivo, al pasar a un proceso de engorde intensivo utilizando una dieta integral, experimentan un crecimiento compensatorio significativo, el cual ayuda a que alcancen un peso similar, o incluso superior, a los corderos provenientes de sistemas intensivos en la etapa de finalización.

Palabras Clave: Finalización, ovinos, pequeños rumiantes .

Keywords: Finishing, sheep, small ruminants.

COMPENSATORY GROWTH: A TOOL IN THE LAMB FATTENING SYSTEM

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate and compare compensatory growth in Dorper lambs from a grazing and intensive system, respectively. The study employed a completely randomized design with repeated measures arrangement. The results revealed a significant treatment*time interaction ($p < 0.05$) in favor of the grazing group, where the best values were observed in variables such as dry matter intake, daily weight gain, live weight, feed conversion and feed efficiency. This finding suggests that lambs coming from an extensive system, when they pass to an intensive fattening process using an integral diet, experience a significant compensatory growth, which helps them to reach a similar weight, or even higher, than lambs coming from intensive systems in the fattening stage.

¹Universidad Autónoma Chapingo-Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango. C.P. 35230.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Laguna. 27440. Matamoros, Coahuila, México.

³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental General Terán. 67400. General Terán, Nuevo León, México.

*Autor para correspondencia:
granados.danilo@inifap.gob.mx

Introducción

El crecimiento compensatorio es un fenómeno de interés particular en la producción animal, ya que representa una estrategia potencial para optimizar el rendimiento y la eficiencia de la engorda. La comprensión y el manejo adecuado del crecimiento compensatorio pueden tener implicaciones significativas en términos de costos de producción y calidad del producto final (Mendoza y Ricalde, 1996).

En este contexto, los sistemas de procedencia juegan un papel muy importante. El pastoreo ofrece ventajas como el acceso a forrajes frescos y una mayor posibilidad de expresión de comportamientos naturales por el animal, y con ello mayor bienestar. En tanto, la estabulación permite un control más riguroso de la dieta y las condiciones ambientales. Ambos sistemas presentan ventajas y desafíos únicos que pueden influir en el rendimiento del engorde de los animales (Cuevas et al., 2013). Por ello, es importante analizar los parámetros de crecimiento y rendimiento, así como varios factores asociados a cada sistema de producción (estabulado vs pastoreo). Por lo que el objetivo del estudio fue comparar el crecimiento compensatorio en corderos que provienen de sistemas de procedencia distintos: pastoreo y estabulación.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. En las afueras de Bermejillo, Mapimí, Durango; entre las coordenadas geográficas 25°53'52.0" LN y 103°35'44.1" LO, a una altitud de 1,109 msnm; el clima es muy seco semicálido con lluvias en verano y con una precipitación invernal entre 5 y 10.2%; la precipitación total anual es de 200 a 300 mm, con temperatura media anual de 20 a 22° (INEGI, 2005). El estudio se realizó durante la época seca (febrero a junio).

En la primera semana del mes de febrero del año 2023, se recibieron 10 corderos destetados provenientes de un sistema de pastoreo y se seleccionaron otros 10 corderos destetados de la posta zootécnica de URUZA-UACH). A todos los corderos del experimento se les dio manejo sanitario consistente en desparasitación (Endectoplex L. A + ADE, 1ml/50 kg.), vacunación (Clostridium y Antrax) y aplicación de vitaminas (A-5 Mineralizante con Vit. D, 1-5 ml/cordero y Sel + E, 0.25 ml/cordero).

Los corderos se asignaron de acuerdo al sistema de procedencia (Pastoreo: n=10, Peso vivo= 15.67 kg; Estabulación: n=10, peso vivo= 16.62 kg). Y asignados a jaulas individuales donde se alimentaron por un periodo de 4 meses con una ración integral (Cuadro 1) al 5% de su peso vivo, con dos ofrecimientos de alimento por día. En todo momento los corderos tuvieron acceso a agua limpia y fresca.



Se midieron variables como consumo de agua (L), consumo de alimento, peso vivo, ganancia diaria de peso (GDP), y se calculó conversión alimenticia (C.A) y eficiencia de alimentación (E.A.), de acuerdo a las siguientes formulas:

C.A. = Consumo de alimento/GDP,

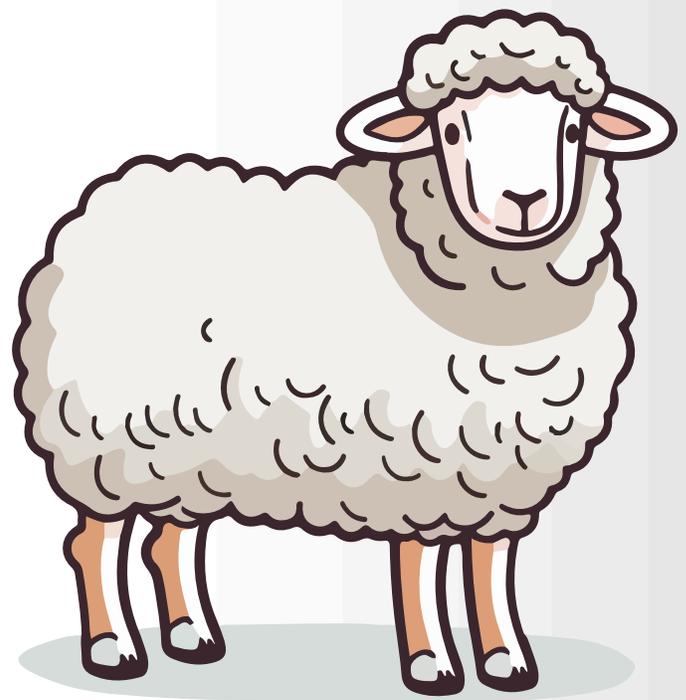
E.A.= Ganancia de peso/ C.A.

Ingrediente	Contenido (%)
Maíz	17.1
Sorgo	17.1
Salvado de trigo	9
Soya	9
Urea	1.2
Melaza	4.8
Triticale molido	8
Alfalfa molida	32
Premezcla de minerales	1.8
Total	100

Cuadro 1. Composición de la dieta utilizada en la engorda de corderos (% en base seca).

Resultados y Discusión

En el Cuadro 2, se muestran los resultados obtenidos para las variables evaluadas. Se encontró un efecto de interacción tratamiento*tiempo ($P < 0.05$) para todas las variables, excepto para consumo de agua, en el cual no se observó efecto de interacción, o de efectos principales ($P > 0.05$). Los mayores se observan en el grupo Extensivo, esto sugiere que el sistema de producción tiene un efecto muy importante en el comportamiento que tendrán los corderos en la engorda. Al respecto, un efecto de crecimiento compensatorio significativo y acumulativo en el tiempo, es el fenómeno que ayuda a explicar de mejor manera el comportamiento observado entre grupos, ya que el mayor peso vivo se encontró en los corderos provenientes del pastoreo extensivo, mismos que durante un periodo de su vida, estuvieron sujetos a restricción alimenticia (Ahmadibonakar et al., 2024; Teixeira et al., 2022).



Lo anterior, se robustece al observar las figuras 1 y 2, en donde se observa el peso vivo y GDP entre grupos y donde GDP's superiores a 500 gr d-1 hacen que el peso vivo final sea superior al final de la prueba productiva. En este sentido, la representación gráfica del crecimiento refiere el peso acumulado a través del tiempo, con forma sigmoidea. Misma que consiste en una fase de aceleración rápida (antes de pubertad) más una fase de desaceleración (después de la pubertad) (FAO, 2021), fenómeno observado en nuestro estudio. En este sentido, los corderos provenientes del sistema extensivo exhibieron un crecimiento compensatorio sobresaliente entre la primera y la cuarta semana del estudio, lo cual, también se ve influenciado por un mayor consumo de materia seca en el mismo periodo.

A este respecto, se han encontrado evidencias sobre los mecanismos implicados en el crecimiento compensatorio, y donde un mayor consumo de materia seca provoca un incremento en la carga digestiva ruminal, con lo que se obtiene mayor energía. Al existir una restricción alimenticia previa, esta mayor disponibilidad de energía activa una señalización en el sistema endocrino del animal que desencadena la activación de enzimas involucradas en la reparación de tejidos. Esto, a nivel celular provoca que las células del tejido adiposo cambien durante el periodo de restricción y durante la recuperación cuando se mejora la alimentación, haciendo que se incremente la actividad lipogénica (Plascencia et al., 2012). Lo anterior, explica el fenómeno observado en los corderos provenientes del sistema extensivo.

Figura 2. Conversión alimenticia y eficiencia alimenticia de corderos en engorda provenientes del sistema extensivo o estabulado.

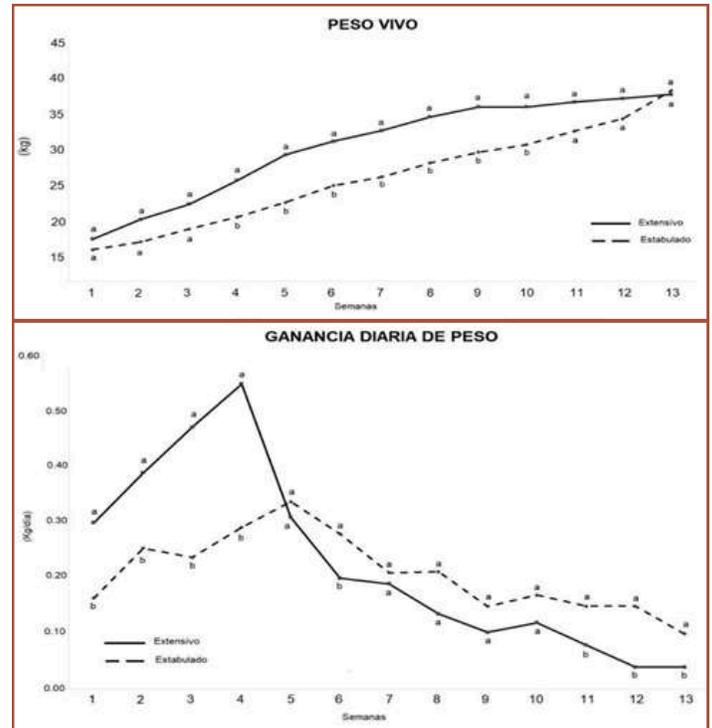
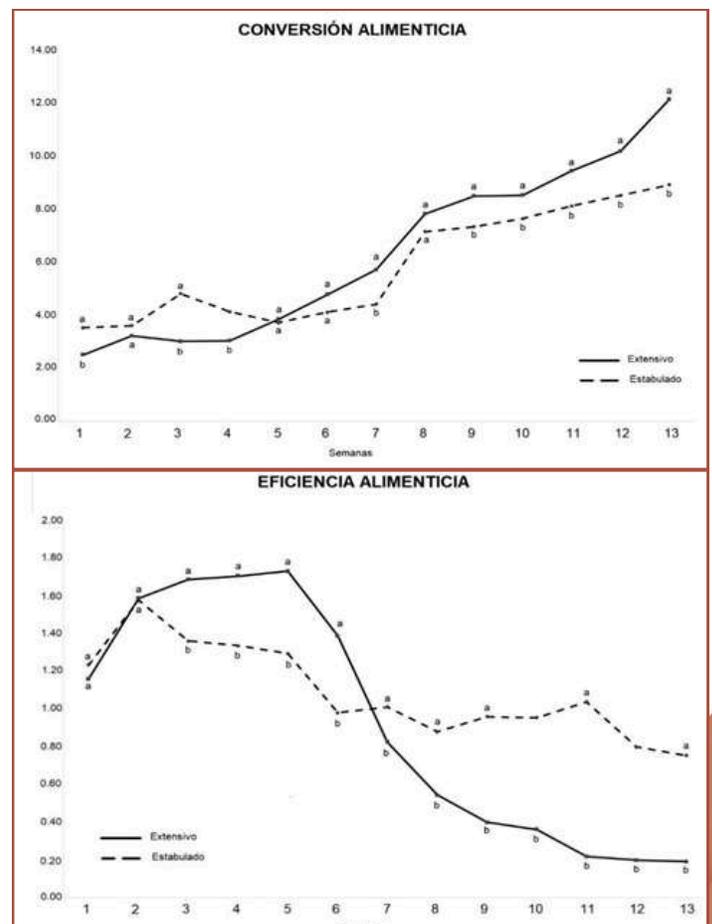


Figura 1. Peso vivo y ganancia diaria de peso de corderos en engorda provenientes del sistema extensivo o estabulado.



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

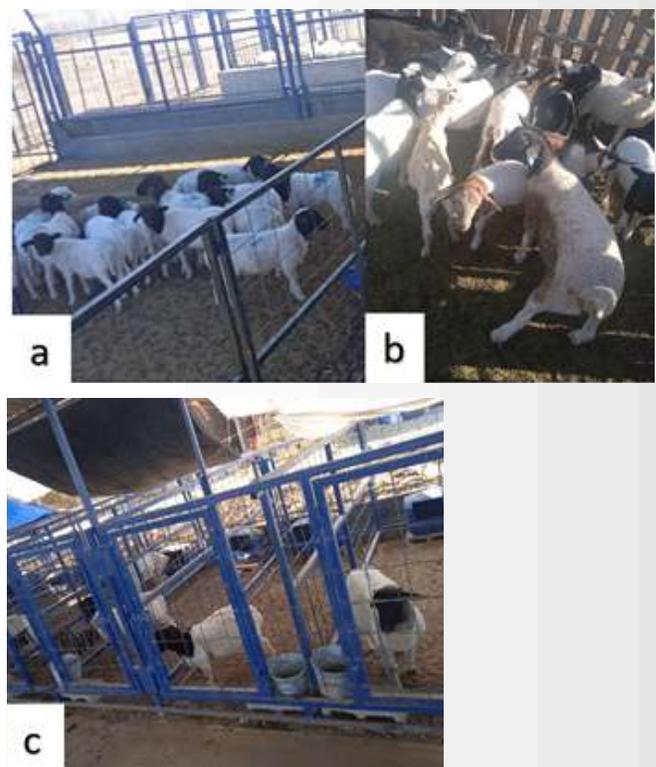
Variable	Sistema de procedencia		EEM1	S.P.2	P-Valúe	
	Estabulado	Extensivo			Semanas	S.P. * Sem.3
Consumo de agua (L)	4.09	4.28	0.53	0.80	<0.001	0.39
Consumo de MS (kg)	1.14	1.34	0.14	0.35	<0.001	0.04
Peso vivo (kg)	27.47	31.42	2.85	0.35	<0.001	<0.001
G.D.P.4	0.22	0.26	0.02	0.44	<0.001	<0.001
C.A.5	7.41	5.62	0.43	0.01	<0.001	<0.001
E.A.6	0.18	0.22	0.01	0.04	<0.001	<0.001

Cuadro 2. Comportamiento productivo de corderos en engorda provenientes de dos sistemas de producción.

1EEM=Error estándar de la media; 2S.P.=Sistema de procedencia; 3S.P. * Sem. =Sistema de procedencia * Semana; 4G.D.P.=Ganancia diaria de peso; 5C.A.=Conversión alimenticia; 6E.A.=Eficiencia alimenticia.

Todo lo anterior, pone de manifiesto la importancia del consumo de materia seca en las variables de conversión y eficiencia alimenticia. Estos resultados concuerdan con los reportados con Johnsson et al. (2013). Al respecto, Hornick et al. (1998) propusieron una forma de determinar un índice para evaluar el crecimiento compensatorio en rumiantes, a partir de las variaciones de peso entre los grupos experimentales, donde un índice de 100 indica crecimiento compensatorio total. Usando ese sistema, los corderos provenientes del sistema extensivo obtuvieron un índice de 94 durante las cuatro primeras semanas experimentales (Figura 3).

Figura 3. a) Corderos del sistema estabulado; b) Corderos provenientes del sistema extensivo; c) Corderos durante la fase experimental.



Conclusiones

Bajo las condiciones experimentales del estudio, se concluye que corderos que provienen de un sistema extensivo al ingresar a un proceso de engorda intensiva con alimentación a través de una dieta integral, experimentan un crecimiento compensatorio. Dicho crecimiento compensatorio ocasiona que al final del proceso de engorda obtengan un peso similar o incluso superior, respecto de corderos manejados completamente en condiciones de estabulación.

Por otro lado, la mayor conversión y eficiencia alimenticia de los corderos provenientes del sistema extensivo, respecto de los estabulados, permite suponer una mejora del sistema de producción, ya que dichas variables miden el grado de eficiencia en la producción de carne con respecto a la cantidad de alimento suministrado. Por lo tanto, los corderos del sistema extensivo produjeron más carne con menor alimento. No obstante, aunque su consumo de materia seca en las primeras cuatro semanas fue mayor, este fue disminuyendo a partir de la semana cinco y hasta el final del experimento, con pesos ligeramente superiores. Esto significa que los corderos del grupo extensivo consumieron menor cantidad de alimento durante el periodo experimental con peso vivo similar, por lo que fueron más eficientes en la utilización del alimento.

Bibliografía

- Ahmadibonakdar Y, Vakili A, Javadmanesh A, Rajaei-Shaifabadi H. (2024). Effect of thymol on the efficiency of feed utilization and compensatory growth in severe feed-restricted lambs. *Tropical Animal Health and Production*. 56:248.
- Cuevas R. B., J. Baca M., F. Cervantes E., J. A. Espinosa G., J. Aguilar A., y A. Loaiza M. 2013. Factores que determinan el uso de innovaciones tecnológicas en la ganadería de doble propósito en Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 4: 31-46.
- FAO, 2021. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Estadísticas. Producción de Ovinos en el Mundo 2019. Tomado de: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QA> (Accessed April 20, 2024). Rome, Italy.
- Hornick J., C. Van Eenae, A. Clinquart, M. Diex, y L. Istasse. 1998. Different periods of feed restriction before compensatory growth in Belgian Blue bulls. II. Plasma metabolites and hormones. *Journa of Animal Science*, 76: 260-271.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005. Marco Geoestadístico Municipal 2005 (MGM2005). Aguascalientes, Ags. pp102.
- Johnson, B. J., Ribeiro, F. R. B., Beckett, J. L. (2013). Application of growth technologies in enhancing food security and sustainability. *Animal Frontiers*, 3: 8-13.
- Mendoza M., G. D, y R. V. Ricalde.1996. Suplementación de Bovinos en Crecimiento en Pastoreo. Capítulo 2. El crecimiento compensatorio. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. pp: 21-28.
- Plascencia, A., Alvarez, E., Corona, L., Gonzalez, V. M., Montano, M. F., Salinas-Chavira, J., Zinn, R. A. (2012). Effect of corn variety and fat supplementation on digestion of diets for feedlot cattle containing dry rolled or steam-flaked corn. *Animal Feed Science and Technology*, 173: 159-166.
- Teixeira ABM, Schuh BRF, Daley VL, Fernandes SR, Freitas JA. (2022). Effect of refeeding on growth performance, blood metabolites and physiological parameters of Dorper x Santa Ines lambs previously subjected to feed restriction. *Animal Production Science*. 62(15): 1459-1470.



TOLERANCIA Y RESILIENCIA DE LOS CAPRINOS A CLIMAS CÁLIDOS

Juan González-Maldonado^{1*}, Rodrigo Flores-Garivay¹, Jesús Santillano-Cazares¹, Jorge A. Maldonado-Jaquez², Alfredo Lorenzo-Torres³, Canuto Muñoz-García⁴, Lorenzo Buenabad-Carrasco⁴

RESUMEN

Los caprinos son quizás, la especie de granja que mejor tolera los efectos negativos del estrés por calor. Las altas temperaturas ambientales ocasionan cambios en su fisiología y comportamiento, provocando un marcado descenso en su productividad, e inducen adaptaciones anatómicas, fisiológicas y de comportamiento, que les han permitido sobrevivir, producir alimentos y reproducirse en ambientes donde se presentan las condiciones para manifestar estrés por calor. El objetivo de este trabajo es ampliar la visión que tienen los efectos del estrés por calor en el ganado caprino, y como se enfrentan a este agente estresor.

Palabras Clave: Cabra, estrés por calor, adaptación, reproducción.

TOLERANCE AND RESILIENCE OF GOATS IN HOT CLIMATES

ABSTRACT

Goats are perhaps the farm species that best tolerate the negative effects of heat stress. High environmental temperatures cause changes in their physiology and behavior, causing a marked decrease in their productivity, and induce anatomical, physiological and behavioral adaptations that have allowed them to survive, produce food and reproduce in environments where conditions for heat stress are present. The objective of this work is to broaden the vision of the effects of heat stress in goats, and how they face this stressor.

Keywords: Adaptation, goat, heat stress, reproduction.

¹Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California. 21705. Ejido Nuevo León, Mexicali, México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. 27440. Campo Experimental la Laguna. Matamoros, Coahuila, México.

³Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. 56230. Texcoco, Estado de México, México.

⁴Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Guerrero. 40610. Pungarabato, Guerrero, México.

⁵Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. 31453. Chihuahua, México.

*Email: juan.gonzalez.maldonado@uabc.edu.mx



Introducción

Los caprinos, considerados por algunos como “la vaca de los pobres”, son hoy en día un actor clave para la seguridad alimentaria. Esto debido a su capacidad para sobrevivir, producir alimentos y reproducirse en ambientes extremos, en los cuales otros animales de interés zootécnico han fallado en adaptarse.

El presente documento tiene como objetivo dar a conocer el impacto que tiene el estrés por calor en los caprinos, así como los medios que estos han desarrollado para seguir siendo productivos en ambientes con elevada temperatura ambiental.

Estrés calórico

Uno de los principales retos, para los especialistas en producción animal, es incrementar la eficiencia productiva del ganado. Este aumento tiene que ir de la mano con el establecimiento de sistemas de producción sostenibles, para minimizar posibles efectos negativos de la ganadería sobre el ambiente, sin dejar de lado la rentabilidad y el bienestar animal. Sin embargo, uno de los factores ambientales que más limita la productividad, es el estrés por calor, ya que los animales sacrifican su productividad por la necesidad de sobrevivir a las altas temperaturas, ocasionando pérdidas de hasta 39.94 billones de dólares anuales (Thornton et al., 2022).

Además de las pérdidas económicas, la disminución en la eficiencia productiva del animal compromete la seguridad alimentaria de la población. Esto es de gran preocupación, ya que se espera que el estrés calórico se agudice en los próximos años, debido al calentamiento global (Chauhan et al., 2023).

Los caprinos tienen su zona de confort entre los 12-24 °C de temperatura ambiental (Gupta & Mondal, 2021). Bajo estas condiciones, el animal hace un gasto bajo de energía para mantener su temperatura corporal, y pueden utilizar el excedente para producir y reproducirse. Sin embargo, cuando se presentan temperaturas ambientales superiores, se activan mecanismos compensatorios, para regular la temperatura del cuerpo, lo que conlleva a un gasto mayor de energía, limitando la reproducción y productividad del animal (Danso et al., 2024). Por tanto, es de vital importancia reconocer la sintomatología y las condiciones que conllevan a un animal a sufrir estrés por calor, con el objetivo de prevenirlo, o limitar la intensidad de sus efectos negativos.

El índice de temperatura y humedad (THI, por sus siglas en inglés) se suele utilizar para identificar si existen condiciones ambientales para que el animal sufra estrés por calor. Este se calcula mediante la incorporación, de valores de temperatura y humedad ambiental, a ecuaciones conocidas. El valor resultante de la ecuación se conoce como THI. Las ecuaciones para su cálculo han sido diseñadas para cada especie de interés zootécnico, y existen varias disponibles en la literatura científica (Thornton et al., 2021).

En el caso de caprinos, se considera que los animales se enfrentan a condiciones ambientales, para sufrir estrés por calor, cuando el valor del THI supera las 72 unidades (Bhateshwar et al., 2022). En caso de que se presenten estas condiciones, es necesario implementar estrategias que ayuden a limitar los efectos de las altas temperaturas en el animal.

Existe en la literatura una gran cantidad de información disponible acerca de estrategias para mejorar el bienestar de los animales que sufren estrés por calor. Estas se pueden clasificar en estrategias de manejo nutricional, modificaciones al ambiente, selección y mejoramiento genético (Gupta & Mondal, 2021). Desafortunadamente no existe una sola estrategia que por si sola proteja eficientemente al animal del estrés por calor, por ello, es necesario que se utilice un enfoque integral, y el aprovechamiento del material genético de las razas autóctonas o locales de las regiones más cálidas del planeta, parece una de las mejores opciones disponibles, ya que estos animales han desarrollado de manera natural mecanismos necesarios para sobrevivir en ambientes adversos.

Respuestas fisiológicas y productivas de los caprinos al estrés por calor

El incremento en las temperaturas ambientales, por arriba de la zona de confort, produce una ganancia en la temperatura del cuerpo del animal, lo que a su vez produce la activación de los mecanismos encargados de disipar el exceso de calor corporal (sudoración, jadeo, y aumento de la frecuencia cardiaca y respiratoria), pero cuando estos mecanismos son incapaces de disipar el calor acumulado en el cuerpo, se produce un aumento en la temperatura corporal y el animal entra en un estado de estrés por calor (Gupta & Mondal, 2021). El Cuadro 1 muestra el cambio en los valores de la temperatura rectal, frecuencia cardiaca y respiratoria en diferentes razas de caprinos expuestos a estrés calórico. La respuesta fisiológica de otras razas de caprinos al estrés por calor ha sido revisada en diversos documentos (Lima et al., 2022).

Variable/raza	Ambiente		Incremento de temperatura	Referencia
	Sin estrés por calor	Con estrés por calor		
Temperatura rectal (°C)				
Murciano-granadina	38.64	39.91	1.27	(Salama et al., 2020)
	38.63	39.57	0.94	(Hamzaoui et al., 2021)
	38.70	39.90	1.20	(Contreras-Jodar et al., 2019)
	38.60	39.60	1.00	(Mehaba et al., 2019)
	38.70	39.90	1.20	(Contreras-Jodar et al., 2019)
Jamunapari	39.10	40.70	1.60	(Rout et al., 2018)
Barbari	38.50	40.50	2.00	
	38.72	39.47	0.75	(Dangi et al., 2014)
Sannen	38.97	39.20	0.230	(Vasconcelos et al., 2023)
	38.29	39.63	1.34	(Hooper et al., 2018)
Media ± D.E	38.68±0.22	39.83±0.46	1.15± 0.47	
Frecuencia respiratoria (respiraciones minuto-1)				
Murciano granadina	40.00	147.00	107.00	(Salama et al., 2020)
	34.00	110.00	76.00	(Hamzaoui et al., 2021)
	37.00	130.00	93.00	(Contreras-Jodar et al., 2019)
	37.00	116.00	79.00	(Mehaba et al., 2019)
	37.00	130.00	93.00	(Contreras-Jodar et al., 2019)
Sannen	74.41	78.34	3.93	(Vasconcelos et al., 2023)
	49.47	182.40	132.93	(Hooper et al., 2018)
Jamunapari	30.70	37.50	6.80	(Rout et al., 2018)
Barbari	33.40	45.50	12.10	(Dangi et al., 2014)
Media ± D.E.	41.44±13.45	108.52±47.23	67.08±47.61	
Frecuencia cardiaca (latidos minuto-1)				
Sannen	98.95	100.21	1.26	(Vasconcelos et al., 2023)
Jamunapari	99.70	111.40	11.70	(Rout et al., 2018)
Barbari	107.90	125.60	17.70	
Media ± D.E.	102.18±4.96	112.40±12.72	10.22±8.31	

Cuadro 1. Temperatura rectal, frecuencia cardiaca y respiratoria en caprinos con y sin estrés por calor.

ARTÍCULOS DE REVISIÓN

Variable/raza	Ambiente		Reducción/aumento	Referencia
	Sin estrés por calor	Con estrés por calor		
Consumo de alimento (kg día ⁻¹)				
Murciano granadina	2.24	1.57	0.67	(Salama et al., 2021)
	2.59	1.87	0.72	(Salama et al., 2020)
	2.28	1.49	0.79	(Hamzaoui et al., 2021)
	2.26	1.47	0.79	(Contreras-Jodar et al., 2019)
	2.60	1.85	0.75	(Mehaba et al., 2019)
	2.49	1.77	0.72	(Contreras-Jodar et al., 2018)
	2.26	1.47	0.79	(Contreras-Jodar et al., 2019)
Media ± D.E.	2.38±0.16	1.64±0.82	0.74±0.04	
Consumo de agua (L día ⁻¹)				
Murciano granadina	5.93	10.07	4.14	(Salama et al., 2021)
	6.00	10.10	4.10	(Salama et al., 2020)
	6.14	10.63	4.49	(Hamzaoui et al., 2021)
	6.10	10.60	4.50	(Contreras-Jodar et al., 2019)
	5.90	10.00	4.10	(Contreras-Jodar et al., 2018)
	6.10	10.60	4.50	(Contreras-Jodar et al., 2019)
Media ± D.E.	6.02±0.09	10.33±0.30	4.30±0.21	
Producción de leche (L día ⁻¹)				
Murciano granadina	1.72	1.55	0.17	(Salama et al., 2021)
	2.75	2.18	0.57	(Salama et al., 2020)
	1.88	1.78	0.10	(Hamzaoui et al., 2021)
	1.88	1.79	0.09	(Contreras-Jodar et al., 2019)
	1.90	1.59	0.31	(Mehaba et al., 2019)
	1.70	1.56	0.14	(Contreras-Jodar et al., 2018)
	1.88	1.79	0.09	(Contreras-Jodar et al., 2019)
Sannen	2.09	1.76	0.33	(Vasconcelos et al., 2023)
Media ± D.E.	1.97±0.33	1.75±2.60	0.22±0.16	
Ganancia de peso (g día ⁻¹)				
Osmanabadi	48.02	-39.68	87.7	(Pragna et al., 2018)
Malabari	39.29	-25	64.29	
Salem Negra	34.53	-21.03	55.56	
Media ± D.E.	40.61±6.48	-28.57±982	69.18±16.61	

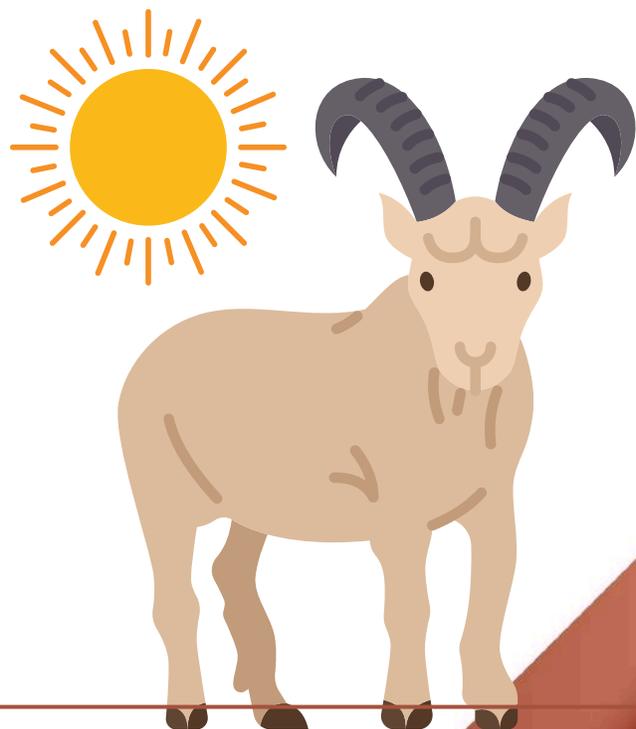
Cuadro 2. Valores de variables productivas y de comportamiento en caprinos con y sin estrés por calor.

La activación de los mecanismos, para regular la temperatura en animales con estrés por calor, conlleva a cambios en el comportamiento del caprino, tales como la disminución en el consumo de alimento y un aumento en el consumo de agua, lo que a su vez ocasiona una disminución en la productividad del animal (Cuadro 2). La disminución en el consumo del alimento es una estrategia del organismo para limitar la producción de calor metabólico, mientras que el exceso de agua consumida se utiliza para intentar refrescar al cuerpo, mediante los procesos de jadeo, respiración y sudoración.

Resiliencia de los caprinos al estrés calórico

Los caprinos son considerados, entre los rumiantes zootécnicos, como los de mayor resiliencia al estrés por calor. La resiliencia es la capacidad que tienen para regresar rápidamente a su estado fisiológico/productivo/reproductivo normal después de la exposición al estrés por calor (Shirley et al., 2024). Esta capacidad se debe a una serie de adaptaciones anatómicas, fisiológicas y metabólicas que les permite ser productivos, aun bajo condiciones ambientales de altas temperaturas (Silanikove & Koluman, 2015). Además, factores como origen, capacidad de resistir las restricciones de agua y la habilidad para diversificar la dieta son también determinantes para establecer diferencias entre razas, en cuanto a la tolerancia/resiliencia al estrés por calor (Lima et al., 2022). A continuación, se describen el uso del agua, el tamaño corporal y la constitución genética como factores reguladores de la resiliencia al estrés por calor en el ganado caprino.

Una de las características más sobresalientes de los caprinos es su capacidad para tolerar las restricciones de agua. Esta cualidad está ganando cada vez más valor, ya que se espera que la escases del agua se agudice en varias partes del mundo, debido al cambio climático (Stringer et al., 2021). Una respuesta normal de los animales al estrés por calor es incrementar su consumo de agua, especialmente para tratar de disipar el calor por medio de la sudoración y jadeo (Danso et al., 2024). Sin embargo, algunas razas de caprinos, adaptadas a condiciones del desierto, pueden tolerar hasta cuatro días sin consumo de agua (Silanikove, 1994). Además, los caprinos de zonas áridas y con restricción de acceso al agua por un periodo de 48 h, pueden mantener ganancias diarias de peso similares, a animales sin restricción al acceso de agua (Misra & Singh, 2002). Incluso, un estudio reciente ha reportado que la cabra puede pasar hasta 75 días sin consumir agua, siempre y cuando tenga acceso a 250 g de nopal (*Nopalea cochenillifera*) por cada kilogramo de materia seca de la dieta consumida (Moreno et al., 2024).



La mayor tolerancia al estrés por calor de los caprinos, en comparación con otros rumiantes, se puede evidenciar por el hecho de que cabras lecheras, sufriendo estrés por calor, y una reducción del 50% (7.5 L día⁻¹) del agua de consumo diario (15.1 L día⁻¹), reducen su producción de leche en un 20% (Alamer, 2009). Esta es menor a la reportada en bovinos lecheros, sin estrés por calor, pero con restricción del 50% (37.7 L día⁻¹) del consumo diario de agua (75.4 L día⁻¹), en los cuales se observa una reducción del 27% en producción de leche (Burgos et al., 2001). La reducción en la producción de leche en animales que sufren estrés por calor y restricción al acceso del agua es normal, ya que los mecanismos responsables de conservar el agua dentro del cuerpo se activan, con el objetivo de minimizar la deshidratación, estos mecanismos conllevan a una reducción en la pérdida de agua en leche y producción de orina.

El tamaño pequeño de los caprinos es otra característica que les confiere una mayor tolerancia a los efectos del estrés calórico, en comparación con rumiantes de mayor tamaño (Daramola et al., 2021). De hecho, se ha establecido que los climas calurosos han causado una reducción en el tamaño de los animales (Elayadeth-Meethal et al., 2018). Esto se debe principalmente a que los animales con cuerpo pequeño disipan el calor más rápido que los de mayor tamaño, y a que permite encontrar con mayor facilidad lugares donde refugiarse de la radiación solar (Cain et al., 2006).

Otra característica corporal, que puede ayudar a identificar razas de caprinos con mayor tolerancia al calor, es la presencia de orejas pendulantes y con un mayor número de glándulas sudoríparas por unidad de superficie (Lima et al., 2022).

Uno de los mecanismos, a través de los cuales el estrés por calor reduce la productividad del animal, es mediante la inducción de daño o muerte celular. Como una medida preventiva, el organismo del animal incrementa las concentraciones de proteínas de choque calórico (HSP), tales como la HSP70 (Liu et al., 2024). Esta proteína tiene como función principal, proteger a la célula del daño causado por una temperatura elevada, mediante la protección del proceso de síntesis de proteína y la inhibición de la acumulación de materiales de desecho (Rakib et al., 2024). Sin embargo, aun cuando el incremento en la producción de HSP es normal en animales que sufren estrés por calor, no todos responden con la misma intensidad (Basiricò et al., 2011); por ejemplo, en dos estudios llevados a cabo en caprinos, se concluyó que los animales con la menor expresión de HSP70 eran los más resilientes al estrés por calor (Aleena et al., 2018; Archana et al., 2018), mientras que en otro se reportó lo contrario (Rout et al., 2016). Estas diferencias pueden deberse a los distintos tejidos en los que se llevaron a cabo las mediciones. Lo importante, y que es necesario resaltar, es la marcada diferencia entre animales susceptibles y los que tienen resiliencia al estrés por calor, por lo que la medición en las concentraciones de HSP70 se perfila, como un buen indicador, para la selección de animales de crianza en ambientes con elevada temperatura (Rakib et al., 2024).

Actividad reproductiva de los caprinos con estrés por calor

La gestación es imprescindible para la sostenibilidad de los sistemas de producción. Sin embargo, el estrés por calor reduce el potencial reproductivo del caprino, mediante una disminución en la calidad de los ovocitos producidos, lo que conlleva a una mayor incidencia de pérdidas embrionarias y una disminución en el porcentaje de gestación (Danso et al., 2024). A pesar de este escenario, los caprinos han mostrado una gran capacidad para tolerar el estrés por calor, ya que aún en condiciones de estrés por calor moderado y extremo, se logran obtener porcentajes de gestación superiores (77-83%) (Adjassin et al., 2022), a los que se reportan en bovinos lecheros que sufren estrés por calor (12-17%) (Flamenbaum & Galon, 2010; Schüller et al., 2014).

El norte de México se caracteriza por presentar veranos calurosos; por ejemplo, en el Valle de Mexicali, Baja California, se pueden llegar a registrar temperaturas por arriba de los 50 °C, aún en este ambiente adverso, los caprinos han logrado proliferar. A finales del mes de agosto del 2023, el más caluroso del año en el Valle de Mexicali, se implementó un protocolo de sincronización en un grupo de 21 cabras cruzadas (Boer x Kalahari), mediante la inserción, por 12 días, de un dispositivo intravaginal que contenía 0.3 g de progesterona, y la aplicación de 300 UI de gonadotropina coriónica equina y 15 mg de dinoprost en los días 9 y 12, después de la inserción del dispositivo intravaginal y donde el 95% de las hembras mostraron celo (Figura 1).

El diámetro del folículo preovulatorio de mayor tamaño y el porcentaje de gestaciones fue de 6.14 ± 1.71 mm y 57%. Se registró la temperatura rectal de las cabras durante los últimos siete días del protocolo de sincronización, se obtuvo una temperatura corporal de 38.36 ± 0.42 y 39.61 ± 0.77 °C por la mañana (07:00 h) y tarde (14:00 h). La temperatura ambiental máxima durante este periodo, osciló entre 41.9 y 48.4 °C.

El porcentaje de gestación obtenido fue bueno, considerando que las cabras se encontraban bajo estrés calórico, y que su alimentación se basó en su totalidad en acceso ad libitum a rastrojo de sorgo. En general, se ha trabajado en el manejo reproductivo y de investigación con este rebaño durante tres años consecutivos. Durante este tiempo se ha observado que la libido, y el comportamiento de celo en los animales, es más intenso durante los meses más calurosos de año (junio a septiembre), llegando a obtener hasta 100% de gestación con monta natural durante el mes de agosto, el cual se caracteriza por ser el mes con las mayores temperaturas y con elevada humedad en el ambiente, en el Valle de Mexicali. Lo anterior deja claro que los caprinos poseen resiliencia a los efectos negativos del estrés por calor en la reproducción.

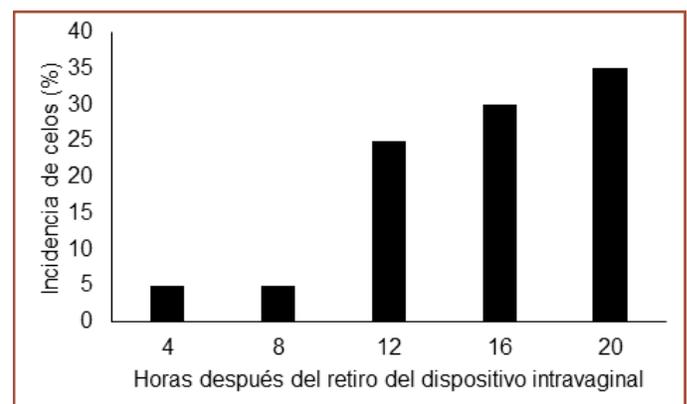


Figura 1. Incidencia del comportamiento del celo en cabras bajo estrés térmico

Conclusiones

Los caprinos se muestran como una de las especies de interés zootécnico más versátiles. Sus características físicas, fisiologías y de comportamiento les han permitido adaptarse y ser productivos, aun en condiciones adversas de estrés por calor. Por lo tanto, la investigación que lleve a hacer más eficiente los sistemas de producción caprinos, será crucial para asegurar el éxito de la ganadería caprina en los siguientes años, pues los pronósticos indican que los efectos del Cambio Climático se agudizarán en el futuro cercano.

Bibliografía

- Adjassin, J. S., Assani, A. S., Bani, A. A., Sanni Worogo, H. S., Adégbeïga Alabi, C. D., Comlan Assogba, B. G., Virgile Azando, E. B., & Alkoiret, I. T. (2022). Impact of heat stress on reproductive performances in dairy goats under tropical sub-humid environment. *Heliyon*, 8(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08971>
- Alamer, M. (2009). Effect of water restriction on lactation performance of Aardi goats under heat stress conditions. *Small Ruminant Research*, 84(1–3), 76–81. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.06.009>
- Aleena, J., Sejian, V., Bagath, M., Krishnan, G., Beena, V., & Bhatta, R. (2018). Resilience of three indigenous goat breeds to heat stress based on phenotypic traits and PBMC HSP70 expression. *International Journal of Biometeorology*, 62(11), 1995–2005. <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1604-5>
- Archana, P. R., Sejian, V., Ruban, W., Bagath, M., Krishnan, G., Aleena, J., Manjunathareddy, G. B., Beena, V., & Bhatta, R. (2018). Comparative assessment of heat stress induced changes in carcass traits, plasma leptin profile and skeletal muscle myostatin and HSP70 gene expression patterns between indigenous Osmanabadi and Salem Black goat breeds. In *Meat Science* (Vol. 141). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.03.015>
- Basiricò, L., Morera, P., Primi, V., Lacetera, N., Nardone, A., & Bernabucci, U. (2011). Cellular thermotolerance is associated with heat shock protein 70.1 genetic polymorphisms in Holstein lactating cows. *Cell Stress and Chaperones*, 16(4), 441–448. <https://doi.org/10.1007/s12192-011-0257-7>
- Bhatishwar, V., Rai, D. C., & Datt, M. (2022). Heat Stress Responses in Small Ruminants under Arid and Semi-arid Regions of Western India: A Review. *Agricultural Reviews*, 44(2), 164–172. <https://doi.org/10.18805/ag.R-2393>
- Burgos, M. S., Senn, M., Sutter, F., Kreuzer, M., & Langhans, W. (2001). Effect of water restriction on feeding and metabolism in dairy cows. *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, 280(2 49-2), 418–427. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.2001.280.2.r418>
- Cain, J., Krausman, P., Rosenstock, S., & Turner, J. (2006). Mechanisms of Thermoregulation and Water Balance in Desert Ungulates. *Wildlife Society Bulletin*, 34(3), 570–581. [https://doi.org/https://doi.org/10.2193/0091-7648\(2006\)34\[570:MOTAWB\]2.0.CO;2](https://doi.org/https://doi.org/10.2193/0091-7648(2006)34[570:MOTAWB]2.0.CO;2)
- Chauhan, S. S., Zhang, M., Osei-Amponsah, R., Clarke, I., Sejian, V., Warner, R., & Dunshea, F. R. (2023). Impact of heat stress on ruminant livestock production and meat quality, and strategies for amelioration. *Animal Frontiers*, 13(5), 60–68. <https://doi.org/10.1093/af/vfad046>

- Danso, F., Iddrisu, L., Lungu, S. E., Zhou, G., & Ju, X. (2024). Effects of Heat Stress on Goat Production and Mitigating Strategies: A Review. *Animals*, 14(12). <https://doi.org/10.3390/ani14121793>
- Daramola, J. O., Abioja, M. O., Iyasere, O. S., Oke, O. E., Majekodunmi, B. C., Logunleko, M. O., Adekunle, E. O., Nwosu, E. U., Smith, O. F., James, I. J., Williams, T. J., & Abiona, J. A. (2021). The resilience of Dwarf goats to environmental stress: A review. *Small Ruminant Research*, 205(September), 106534. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106534>
- Elayadeth-Meethal, M., Thazhathu Veetil, A., Maloney, S. K., Hawkins, N., Misselbrook, T. H., Sejian, V., Rivero, M. J., & Lee, M. R. F. (2018). Size does matter: Parallel evolution of adaptive thermal tolerance and body size facilitates adaptation to climate change in domestic cattle. *Ecology and Evolution*, 8(21), 10608–10620. <https://doi.org/10.1002/ece3.4550>
- Flamenbaum, I., & Galon, N. (2010). Management of heat stress to improve fertility in dairy cows in Israel. *Journal of Reproduction and Development*, 56(SUPPL.), 1–6. <https://doi.org/10.1262/jrd.1056S36>
- Gupta, M., & Mondal, T. (2021). Heat stress and thermoregulatory responses of goats: a review. *Biological Rhythm Research*, 52(3), 407–433. <https://doi.org/10.1080/09291016.2019.1603692>
- Lima, A. R. C., Silveira, R. M. F., Castro, M. S. M., De Vecchi, L. B., Fernandes, M. H. M. da R., & Resende, K. T. de. (2022). Relationship between thermal environment, thermoregulatory responses and energy metabolism in goats: A comprehensive review. *Journal of Thermal Biology*, 109(August). <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2022.103324>
- Liu, S., Liu, Y., Bao, E., & Tang, S. (2024). The Protective Role of Heat Shock Proteins against Stresses in Animal Breeding. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(15). <https://doi.org/10.3390/ijms25158208>
- Misra, A. K., & Singh, K. (2002). Effect of water deprivation on dry matter intake, nutrient utilization and metabolic water production in goats under semi-arid zone of India. *Small Ruminant Research*, 46(2–3), 159–165. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00187-6](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00187-6)
- Moreno, G. M. B., Araújo, G. G. L. de, Almeida, V. V. S. de, Oliveira, A. C., Silva, M. J. M. dos S., Ribeiro, J. do S., Pina, D. dos S., Boaventura Neto, O., Silva, N. I. S. da, & Lima Júnior, D. M. de. (2024). Goats fed with 250 g/kg of cactus do not need drink water. *Journal of Arid Environments*, 222(November 2023). <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2024.105176>
- Rakib, M. R. H., Messina, V., Gargiulo, J. I., Lyons, N. A., & Garcia, S. C. (2024). Potential use of HSP70 as an indicator of heat stress in dairy cows – a review. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-24947>
- Rout, P. K., Kaushik, R., & Ramachandran, N. (2016). Differential expression pattern of heat shock protein 70 gene in tissues and heat stress phenotypes in goats during peak heat stress period. *Cell Stress and Chaperones*, 21(4), 645–651. <https://doi.org/10.1007/s12192-016-0689-1>

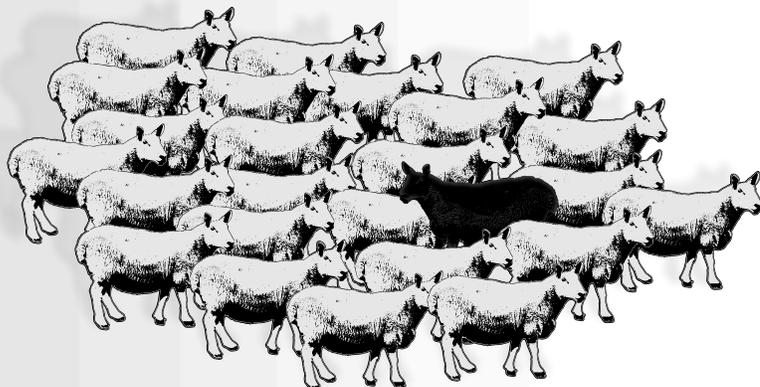
- Shirley, A. K., Thomson, P. C., Chlingaryan, A., & Clark, C. E. F. (2024). Review: Ruminant heat-stress terminology. *Animal*, 18(9), 101267. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101267>
- Silanikove, N. (1994). The struggle to maintain hydration and osmoregulation in animals experiencing severe dehydration and rapid rehydration: the story of ruminants. *Experimental Physiology*, 79(3), 281–300. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.1994.sp003764>
- Silanikove, N., & Koluman, D. N. (2015). Impact of climate change on the dairy industry in temperate zones: Predications on the overall negative impact and on the positive role of dairy goats in adaptation to earth warming. *Small Ruminant Research*, 123(1), 27–34. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.11.005>
- Stringer, L. C., Mirzabaev, A., Benjaminsen, T. A., Harris, R. M. B., Jafari, M., Lissner, T. K., Stevens, N., & Tirado-von der Pahlen, C. (2021). Climate change impacts on water security in global drylands. *One Earth*, 4(6), 851–864. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.05.010>
- Thornton, P., Nelson, G., Mayberry, D., & Herrero, M. (2021). Increases in extreme heat stress in domesticated livestock species during the twenty-first century. *Global Change Biology*, 27(22), 5762–5772. <https://doi.org/10.1111/gcb.15825>
- Thornton, P., Nelson, G., Mayberry, D., & Herrero, M. (2022). Impacts of heat stress on global cattle production during the 21st century: a modelling study. *The Lancet Planetary Health*, 6(3), e192–e201. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00002-X](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00002-X)

HOMO & OVIS: LA DOMESTICACIÓN DEL OVINO

Arturo Arellano Zamora

RESUMEN

Los caminos de la oveja y el hombre han tenido senderos muy cercanos desde hace miles de años, en donde ambas especies se han visto beneficiadas una de la otra en una interacción que poco a poco fue generando un vínculo tan cercano que la oveja es hasta la actualidad una especie plenamente domesticada, por excelencia criada por el ser humano. Esta domesticación obedece a una necesidad, no fue producto de la casualidad, ya que existió una divina coincidencia, donde por una parte tenemos la necesidad por los primeros homínidos de alimento de alto valor nutricional para cubrir sus demandas metabólicas que les exigía el propio desenvolvimiento de su status evolutivo, bípedo y con una mayor capacidad de desarrollo cerebral; y por otra parte tenemos al ovino, una especie que desde hace miles de años tiene cualidades maravillosas que facilitaron el proceso de domesticación por el ser humano, incluyendo su tamaño "accesible", su comportamiento gregario y su temperamento "dócil", entre muchas otras.



Este proceso de domesticación no fue instantáneo ni estático, tuvo que pasar una serie de adaptaciones fisiológicas, anatómicas y de comportamiento, en diferentes momentos cronológicos y a diferentes latitudes, para generar lo que hoy conocemos como el ovino doméstico, una especie con plena manipulación del hombre, de la cual obtenemos carne, lana, leche o piel y que producto de esta citada domesticación se genera la controversial dependencia de la existencia del *Ovis aries*, ligada a la propia existencia del *Homo sapiens*.

Palabras Clave: *Homo sapiens*, Ovino Doméstico, Creciente Fértil.



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. FMVZ, UNAM.
Correo: aazmx@yahoo.com.mx

HOMO & OVIS: THE DOMESTICATION OF THE SHEEP

ABSTRACT

The paths of the sheep and the man had very narrow trails since thousands of years, where both species benefited from each other in an interaction that gradually generated such a close bond that the sheep is until today, a fully domesticated species, par excellence raised by humans. This domestication obeys a necessity, it was not the product of casuality, given that a Divine Coincidence occurred, where on the one hand we have the need for the first hominids of food of high nutritional value to cover their metabolic demands that the very development of its evolutionary status demanded, bipedal and a greater capacity for brain development; and on the other hand we have the sheep, a species since that for thousands of years has wonderful qualities that facilitated the process of domestication by humans, including its "accessible" size, its gregarious behavior, its "docile" temperament", among many others. This domestication process was not instantaneous or static, it had to undergo a series of physiological, anatomical and behavioral adaptations, at different chronological moments and at different latitudes, to generate what we know today as the domestic sheep, a species with full manipulation by man, from which we obtain meat, wool, milk or skin and that as a result of this domestication it's generated the controversial dependence on the existence of *Ovis aries*, linked to the own existence of *Homo sapiens*.

Keywords: *Homo sapiens*, Domestic Sheep, Fertile Crescent.

Introducción

De todos los organismos que han habitado al planeta Tierra, solo existe uno que a la fecha haya tenido semejante dominio sobre todo lo vivo o inerte que exista en ésta como lo ha hecho el ser humano. Fue en el continente africano donde los primeros primates con características "humanoides" surgieron y deambularon, desarrollando a lo largo de miles de años seres genéticamente cada vez mas heterogéneos, rústicos, adaptables y con la firme intención del control y reinado de su entorno.

Así aparecieron los primeros antecesores del ser humano actual, sin esperar algún día que éstos fueran a tener el control de todas las demás especies, incluyendo a los bovinos, los cerdos, las abejas y por supuesto en primer lugar cronológico a la cabra (*Capra aegagrus hircus*) y la oveja (*Ovis orientalis aries*).

Inicios

Una vez terminado el Pleistoceno ya durante la época del Holoceno y con las glaciaciones en un ir y venir que modificaban el entorno ambiental y consecuentemente los diferentes ecosistemas a lo largo del planeta, surgieron los primates con una gran diversidad de especies que como todos fueron adaptándose mediante diversas estrategias a los desafíos que el propio ambiente les ocasionaba.

Así comenzó entonces el surgimiento del *Homo sapiens*, cuyos antecesores se remontan un par de millones de años atrás, durante las épocas del Plioceno y Pleistoceno, en donde apareció en escena el *Ardipithecus*, quien a su vez dio origen al *Australopithecus* y quien fue el probable antecesor directo de los diferentes individuos del grupo "Homo".

En un inicio se pensó que la línea evolutiva que dio origen al *Homo sapiens* actual se había dado de manera lineal recta monofilogenética, en donde una especie daba un brinco evolutivo después de miles de años hacia una especie más "evolucionada", sin embargo se ha determinado que esto es incorrecto, la línea evolutiva de los primates homínidos tuvo la particularidad de combinar descendencia de varias especies y que una combinación aleatoria de múltiples cruzamientos a lo largo de millones de años dieron como resultado al hombre actual.

Justo es detenerse un momento para resaltar las características evolutivas que tuvieron los homínidos a lo largo del Pleistoceno y que fueron determinantes para su consecuente resalto. La primera y una de las más importantes es definitivamente la bipedestación, este andar en sus extremidades pélvicas seguramente fue de lo más duro para las especies, teorizando que este cambio de conformación estructural de miembros, columna vertebral y pelvis tuvo muchos fracasos evolutivos provocando la pérdida de muchos individuos ya fuera por incapacidad de movilidad o peor aún imposibilidad de parto.

Sin embargo esta bipedestación a lo largo de millones de años tuvo implicaciones más allá del propio hecho del desplazamiento adaptativo, dejó libres los miembros torácicos, las manos estuvieron disponibles como herramientas de trabajo que podían modificar el entorno con total libertad ya que no tenían que cargar el trabajo del desplazamiento. Del mismo modo la bipedestación tuvo implicaciones en la visión, el campo de visión en seres bípedos se amplió notablemente simplemente por la postura y disposición que tuvieron las órbitas oculares en los homínidos bípedos, permitiendo con ello la apreciación de terrenos más allá de un horizonte simplificado, la previsión de ataques de depredadores a distancias de seguridad y la planificación de ataques a posibles presas. Por otra parte la capacidad encefálica fue incrementándose haciendo suponer que por el tamaño proporcional de la cavidad craneal, la capacidad de raciocinio y el nivel de inteligencia fueron siendo cada vez más profundos, complejos y especializados (Figura 1).

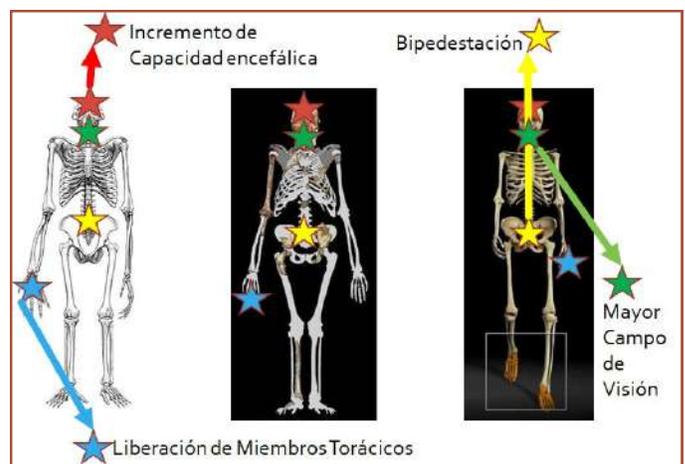


Figura 1.

Uno de los más contundentes retos que tuvo el hombre primitivo en su nuevo entorno a dominar fue sin lugar a duda la alta demanda metabólica y energética que le exigía la locomoción bípeda, así como el desarrollo encefálico sobresaliente. Entonces el hombre primitivo tuvo que modificar sus hábitos alimenticios para obtener una dieta que le aportase la cantidad de nutrientes suficientes para sostener este precio que el desarrollo evolutivo le había dado.

Aproximadamente en los años 10,000 a.C. la última glaciación llegó a su fin y el clima del planeta permitió ofrecer un paisaje mucho más habitable para el hombre, las condiciones climáticas y del entorno le permitieron establecer lugares de asentamiento que fueron la cuna de la ganadería y la agricultura de la humanidad, domesticando especies tanto vegetales como animales. Siendo las primeras especies animales en domesticarse el ovino y el caprino, que forman parte del llamado "Paquete del Neolítico" que incluye los dos ya mencionados cabras y ovejas, sumando a ellos los bovinos y el cerdo.

Es notable mencionar que el proceso de domesticación no fue un proceso inmediato ni mucho menos fijo, es evidente que la ganadería y la agricultura fueron naciendo de la mano, de algún modo dependiente una de la otra, ya que las fuentes forrajeras cosechadas por el hombre que no eran de aprovechamiento directo por éste eran destinadas a la alimentación animal, llevando a una simbiosis muy interesante involucrando al ser humano, a especies vegetales como el trigo o la cebada y a especies animales incluyendo exclusivamente en un inicio a la oveja y la cabra.

Como cualquier otra especie domesticada por el ser humano el ovino no estuvo exento de pasar por múltiples etapas de domesticación y que de acuerdo a autores clásicos se divide en 5 etapas.

La primera etapa, posiblemente la más importante refiere a un primer acercamiento entre ambas especies, ovino y hombre, en la cual el vínculo de convivencia es sumamente pobre, con encuentros más bien ocasionales. La segunda etapa involucra ya un control más cercano de la especie, los ovinos no se dejan en libertad y se tiene control de horarios de alimentación, así como espacios de resguardo y control sobre la reproducción. La tercer etapa tiene que ver con una selección genética de individuos hacia caracteres más definidos, siendo para la especie ovina el interés por parte del hombre de reproducir animales de mayor tamaño que les diera mayor rendimiento de sustento.

La cuarta etapa da continuidad a la tercera, continúa la selección genética cada vez mas específica dirigiendo cruzamientos semi definidos hacia características como producción de lana o leche, dando origen a las primeras líneas raciales con fines zootécnicos especializados. La quinta y última etapa se da cuando la reproducción de los animales domesticados es totalmente controlada y se limita o nulifica el cruzamiento con animales silvestres. Tabla 1.

Etapas de la Domesticación
1. Acercamiento Animal-Ser Humano. Vínculo muy Pobre.
2. Control de Reproducción y Selección para reducir tamaño y temperamento.
3. Selección para aumentar nuevamente el tamaño sin perder su docilidad.
4. Selección especializada hacia producción de carne, leche y lana.
5. Limitación total de cruzamientos con ovinos silvestres.

Tabla 1. Etapas de la domesticación

Definir con exactitud cuando y en donde se dio la domesticación de los ovinos es imposible, sin embargo con base en los hallazgos arqueológicos se puede presumir que dicho suceso se llevó a cabo en los territorios de la Luna Creciente aproximadamente en los años 8,000-9,000 a. C. Fue tal el impacto que tuvo la domesticación de la especie ovina que formó parte esencial de la llamada Revolución del Neolítico, que no pudo tener mejor denominación, siendo que fue un cambio total en el desarrollo social, comportamental, cultural, habitual y ocupacional del hombre gracias justamente a la sofisticación que tuvo la crianza de las primeras especies animales y vegetales, surgiendo con ello la ganadería y la agricultura, dos aspectos fundamentales para la generación de las civilizaciones antiguas.

Particularmente la especie ovina por sus propias características tiene "Factores afortunados inherentes al ovino", los cuales favorecieron en gran medida la domesticación de la especie, ya que puso en primera línea el interés de los homínidos sobre el aprovechamiento de los borregos antiguos.

Para empezar la vida gregaria que tenían los ovinos fue una característica que favoreció su manutención en cautiverio, ya que se podían tener varios individuos de la misma especie y que aún siendo de diferente edad, condición o sexo, podían convivir con relativamente pocos inconvenientes, conllevando a un bajo desgaste e inversión para la implementación de corrales o lugares de resguardo para un numeroso rebaño.

La rusticidad del ovino fue otro factor que benefició su domesticación, no es de olvidar que el ovino sobrevivió, se adaptó y sobresalió a las terribles glaciaciones que cayeron sobre la Tierra en el Pleistoceno, por lo que estaba acostumbrada a resistir condiciones adversas para su supervivencia. Esto implicó que los animales que fueron confinados para su crianza no requerían mayor cuidado o atención para mantenerse sanos y produciendo, además de que hay poca evidencia de que hayan sufrido de enfermedades constantes las ovejas en los rebaños iniciales.

El tamaño indudablemente fue una característica que el hombre de manera instintiva buscó en el ovino para capturarlo y reproducirlo. Como bien se sabe a lo largo del Pleistoceno muchas líneas evolutivas produjeron animales de tamaño descomunal generando la Megafauna del Pleistoceno. Los ovinos antecesores del ovino doméstico si bien eran de una talla mayor a la mayoría de los que actualmente existen, nunca llegaron a formar parte de esta megafauna y debido a su tamaño "accesible" eran un blanco relativamente sencillo de cacería, captura y posterior manutención.

Finalmente, una característica importante es que los ovinos al considerarse presas dentro de la cadena alimenticia, tuvieron un temperamento que rápidamente se acostumbró a la presencia humana. Si bien los carneros incluso en la actualidad son belicosos, la mayoría se adapta bien al trabajo con el hombre y los primeros ovinos domesticados no les tomó mucho tiempo en perder ese miedo o agresividad hacia la mano que les daba de comer.

Se puede enumerar que a lo largo del proceso de domesticación el ovino ha visto modificados diversas características con respecto a las de sus antecesores silvestres.

Empezó por perder talla, buscando una facilidad en su manejo y mayor seguridad para los cuidadores de rebaños, los animales más dóciles y sobre todo los animales que tuvieron un tamaño lo suficientemente apto para su trabajo seguro fueron predominando en los rebaños iniciales.

Dentro del mismo tenor buscando una seguridad en el manejo y trabajo, los cuernos eran una herramienta de defensa que resultaba peligrosa para el hombre, por lo que la cornamenta desapareció en este proceso de domesticación, quedando únicamente este rasgo en los machos de algunas razas.

Con el desarrollo de las diferentes líneas de domesticación una característica que se fue modificando paulatinamente fue el cambio de la coloración de la cubierta tegumentaria, la piel y el pelaje fueron cambiando de color de acuerdo al entorno ecológico que lo cubrieran, desarrollando animales con cobertura blanca, negra o marrón, en tonalidades totalmente diferentes a los primeros ovinos domesticados o sus ancestros.

Fenotípicamente un rasgo que las ovejas domesticadas fueron adquiriendo de forma muy sutil fue la modificación en el pabellón auricular, la anatomía de las orejas se vio modificada llevándolas a ser más grandes y caídas, con las repercusiones adaptativas que esto contrajo incluyendo termorregulación o manifestación de sensaciones.

La cola sufrió igualmente modificaciones adaptativas de diferentes ámbitos dependiendo de la zona de crianza, el número de vertebrae coccígeas disminuyó gradualmente y en zonas áridas con escasez de agua la cola de las razas de ovejas que habitaban estas regiones desarrolló una cubierta grasa de gran tamaño, siendo ésta una reserva energética para época de carestía o sequía que hasta la fecha siguen preservando algunas razas ovinas.

Otra característica que se vio modificada en la especie ovina, que fue una característica de domesticación específica para esta especie y que fue de gran relevancia en el mercado mundial algunos siglos después fue el cambio de la fibra de su cubierta, pasando de exclusivamente pelo a una cubierta de una capa de fibra de lana, una cubierta que de manera inicial ninguna otra especie pudo desarrollar, con una fibra de mucha mejor calidad que el pelo y que tuvo un alto valor en las diferentes culturas antiguas. Figura 2.



Figura 2. Consideraciones de domesticación del ovino

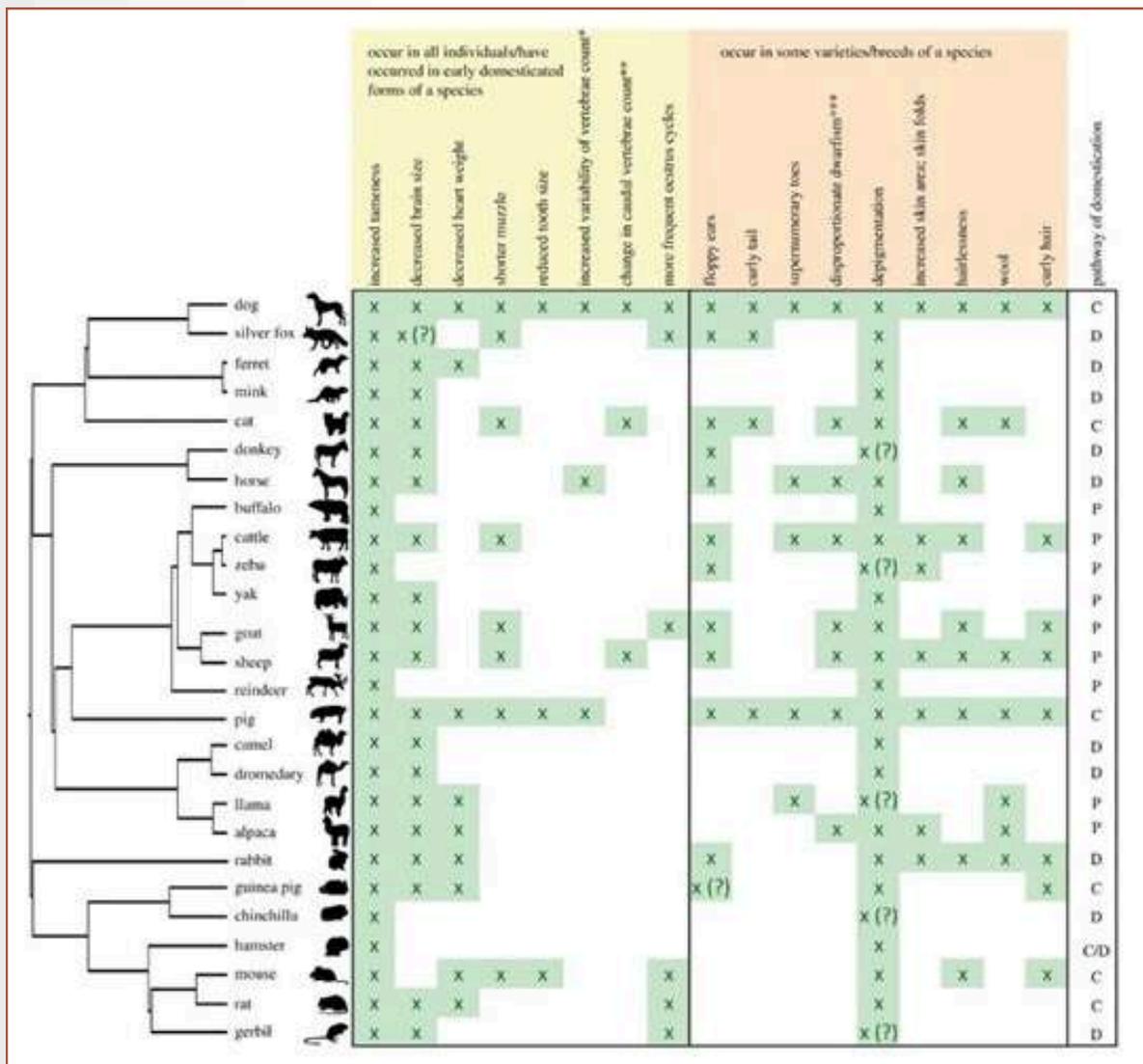


Figura 3.

Además de las ya mencionadas, existen en el ovino muchas más modificaciones conductuales, anatómicas y fisiológicas que son evidencia del proceso de domesticación incluyendo entre otras una disminución en el tamaño y peso del encéfalo, un acortamiento del hocico, pérdida de vertebrae coccígeas y el incremento en algunas razas de tamaño y número de pliegues cutáneos sobre la superficie corporal. Figura 3.

Evidentemente esta domesticación no es un proceso lineal ni estático que se haya llevado de manera aislada en un individuo o en un grupo de individuos, sino el cautiverio y la manutención de ovinos fue desarrollada bajo diferentes características y condiciones a lo largo de la Tierra. La mayoría de los autores y las diferentes teorías concuerdan sin embargo que la domesticación del ovino se llevó a cabo en el denominado "Creciente Fértil", esa zona con forma de media luna situada en la parte central del medio oriente asiático, en lo que hoy forma parte de los territorios de Iraq, Irán, Siria, Turquía, Israel, Palestina, Jordania llegando hasta Egipto, situando este suceso de domesticación del ovino con base en los hallazgos arqueológicos hace aproximadamente 10,000 años.

Los grupos de homínidos con la aparición de la domesticación de las especies y los inicios de la agricultura ya no tuvieron que trasladarse grandes distancias para la obtención de recursos, comenzaron a controlar el entorno y con el tiempo a modificarlo para adaptarlo a sus propias necesidades y gustos. Nace con ello el sentido de pertenencia, el sentimiento de arraigo que daba el confort de saber que eso era suyo y como tal se lo merecían, lo trabajaban, lo cuidaban y lo respetaban. Figura 4.

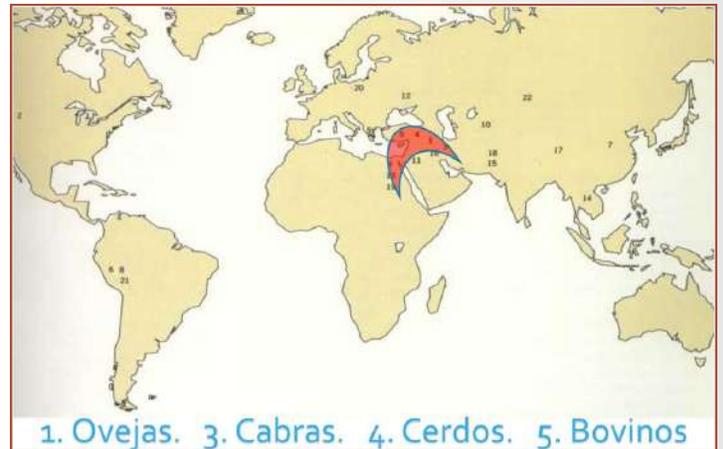


Figura 4.

Muestra de ello fue entonces las diferentes manifestaciones artísticas que el hombre prehistórico dejó a lo largo del mundo en las famosas pinturas rupestres que adornan cuevas o peñascos, que además de ser evidencia de la presencia de homínidos en esas latitudes nos muestran las especies animales que tenían a la cercanía, donde de entre toda la gama de animales que eran fuente de inspiración resalta por supuesto el ovino que ya sea silvestre o domesticado aparece dignamente ilustrado. Figura 5.

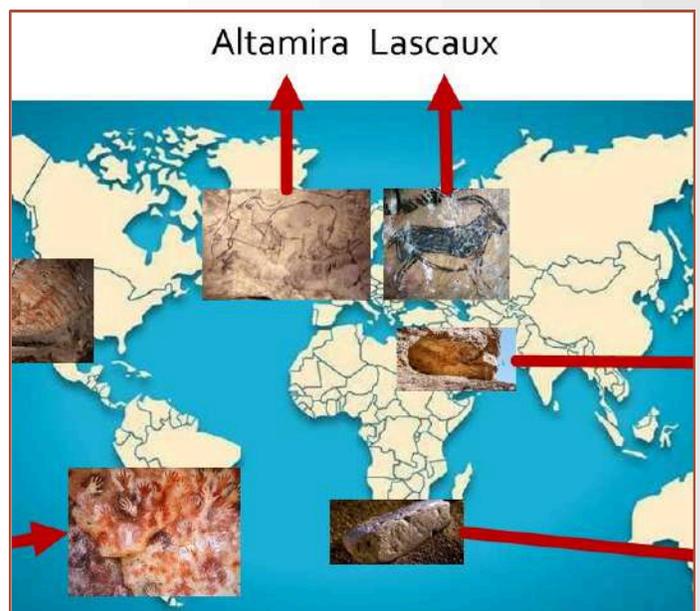


Figura 5.

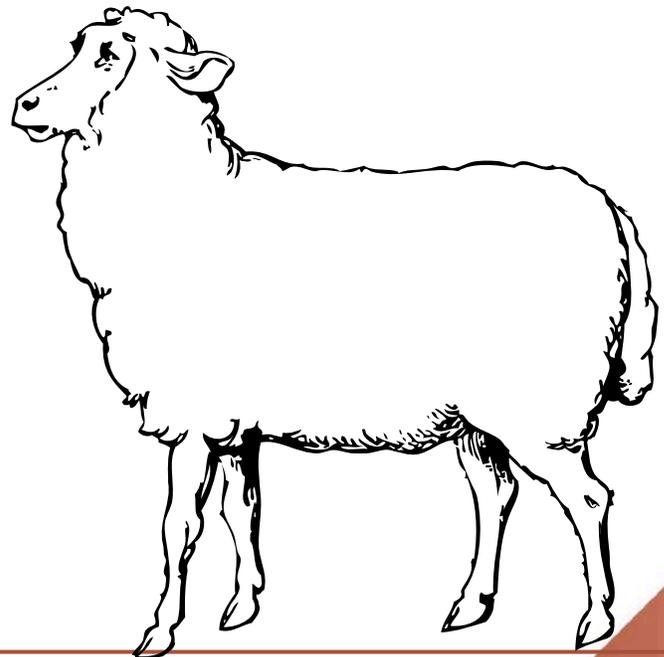
Existen diversas evidencias en puntos de excavación arqueológica en donde se han encontrado vestigios o hallazgos que sugieren o confirman la presencia de ovinos en convivencia con el ser humano, entre los que se numeran Zawi Chemi, Ganj Dareh, Shanidar y Ali Kosh, todos en lo que hoy es el Oriente Medio.

Zawi Chemi es un sitio arqueológico en Irak muy cerca de la cueva de Shanidar que alberga vestigios de presencia humana que datan de hace aproximadamente 10,000 años, en donde se encontraron restos óseos de ovinos y caprinos que al parecer provienen de animales producto de la cacería y no de la crianza. Muy cerca de ahí en la cueva de Shanidar se encontraron restos óseos que corresponden a Neanderthales, y en cuyo asentamiento también fueron localizados restos óseos de ovejas y cabras sin tener plena certeza de ser domesticadas. Ya en Irán en la excavación arqueológica de Ali Kosh se encontró un asentamiento primitivo del hombre y hallazgos de consumo de ovejas y cabras domesticadas con una antigüedad de aproximadamente 10,000 años. Finalmente en Ganj Dareh o traducida del persa "El Valle del Tesoro" se encontró un conjunto habitacional del hombre antiguo de hace 10,000 años y en donde fueron encontradas evidencias de sembradíos de cebada como cultivo domesticado, así como la confirmación de la presencia de restos óseos de cabras domésticas y ovejas ya sin la presencia de cuernos, signo evidente de domesticación. Figura 6.



Figura 6.

Las ovejas comenzaron a formar parte de la vida cotidiana del hombre, quien sin darse cuenta había ligado el camino domesticado de la oveja (y de la cabra) a su desenvolvimiento y proliferación por todo el mundo, siendo prioritario el desarrollo de una especie mejorada, noble y entregada que en prácticamente todas las culturas y civilizaciones, reinos e imperios en donde la oveja tuviera presencia era símbolo de abundancia, prosperidad, fertilidad, fuerza, fiereza y era objeto de respeto, admiración e incluso alabanza.



Conclusiones

La domesticación del ovino poco a poco llevó a una especialización de la producción que tras miles de años sigue siendo hasta la actualidad objetivo de interés para los ovinocultores del presente. En un inicio hace ya 10,000 años la crianza dirigida de manera rudimentaria llevó a una selección genética empírica creando razas de ovejas mas pequeñas o mas grandes, con cubierta de lana o de pelo y sin siquiera imaginarlo el hombre primitivo comenzó a hacer una selección de animales hacia objetivos productivos de interés en una brillante ignorancia del mejoramiento genético.

En la actualidad la especie ovina es una especie plenamente identificada con la crianza por el hombre y domesticada para su aprovechamiento por el ser humano en una convivencia inherente a la producción pecuaria, y es en donde surge la disyuntiva y la controversia. ¿La especie ovina es totalmente dependiente del ser humano? Esto quiere decir que existe la posibilidad de que la extinción del ser humano del planeta Tierra llevaría por consecuencia inevitable a la extinción de las ovejas. Esto puede generar una polémica y a lo cual se la ha relacionado como una 6ª etapa de la domesticación, en donde la especie animal domesticada, en este caso el ovino ya no es dueño de su propio destino y su prosperidad dependerá de la destreza que el hombre ponga en su crianza, manejo, mejoramiento y cuidado. Situación desafiante y nada envidiable para la obligación que los ovinocultores tenemos hoy en día.

Bibliografía

- Aceituno B. Francisco Javier, Loaiza D. Nicolas (2021). Prehistoria del noroccidente de Suramérica en el Pleistoceno final y el Holoceno temprano. Seminario Permanente Prehistoria de América.
- Aguilar M. Cecilio Ubaldo, Berruecos V. José Manuel, Espinoza G. Bertha, Segura C. José Candelario, Valencia M. Javier, Roldán R. Antonio (2017). Origen, Historia y Situación Actual de la Oveja Pelibuey en México. Tropical and Subtropical Agroecosystems.
- Bar-Yosef Ofer, Belfer-Cohen Anna (1989). The Origins and Farming Communities in the Levant. Journal Of World Prehistory.
- De Juan G. Luis Fernando (2008). De Dioses, Héroeos, Reyes, Ovejas y Carneros. La Revista del Borrego y la Cabra.
- Eberhard Z. Frederich (1963). A History of Domesticated Animals. Cambridge University Press.
- Edwards Owen (2010). The Skeletons Of Shanidar Cave. Smithsonian magazine.
- Fuks Daniel, Maron Nimrod (2021). Sheep and Wheat Domestication in southwest Asia: A meta-trajectory of intensification and loss. National Center for Biotechnology Information.
- Fullola P. Josep M. (2020). Introducción a la Prehistoria (Nueva Edición). Editorial UOC.
- Harvati Katerina, Reyes-Centeno Hugo (2022). Evolution Of Homo in the Middle and Late Pleistocene. Journal Of Human Evolution.
- Sánchez V. Marcelo R., Geiger Madeleine, Schneider Richard A. (2016). The taming of the Neural Crest: A Developmental Perspective on the Origins of Morphological Covariation on Domesticated Mammals. National Center for Biotechnology Information.



Revista Universitaria
vinos y Caprinos

FES CUAUTILÁN