



BUAP

**Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

Tipo de techo y su efecto en las constantes fisiológicas en ovejas lactantes y sus crías

Tesis

**Presentada para obtener el grado de licenciatura en
Medicina Veterinaria y Zootecnia**

Presentan:

Santiago Jesús Torreblanca Zárate

Alejandro Montiel Flores

Directores:

Dr. José del Carmen Rodríguez Castillo

Dr. José Manuel Robles Robles

Dr. Abel Edmundo Villa Mancera

Asesores:

Dra. Claudia Leticia Morales Evangelista

Dr. Huitzimengari Campos García

El saldo, Tecamachalco, Puebla; septiembre 2024

ABREVIATURAS

±. Más menos.

°C. Grados centígrados.

FC. Frecuencia cardiaca.

FR. Frecuencia respiratoria.

GPx. Glutación peroxidasa.

HSPs. Proteínas de choque térmico (por sus siglas en inglés).

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

IPCC. Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático.

MR. Movimientos ruminales.

P<. Menor que el promedio.

P>. Mayor que el promedio.

ROS. Especies reactivas de oxígeno celular (por sus siglas en inglés).

SOD. Superóxido dismutasa.

T. Temperatura rectal.

T1. Tratamiento 1, Ovejas lactantes con techo tipo lámina.

T2. Tratamiento 2, Ovejas lactantes en techo tipo invernadero.

T3. Tratamiento 3, Corderos lactantes en techo tipo lámina.

T4. Tratamiento 4, Corderos lactantes en techo tipo invernadero.

TAC. Capacidad antioxidante total.

TLLC. Tiempo de llenado capilar.

ÍNDICE GENERAL

I RESUMEN	5
II INTRODUCCIÓN	6
III ANTECEDENTES DEL PROYECTO	8
3.1 Situación actual de la ovinocultura en México	8
3.2 Bienestar animal a través de las instalaciones en los sistemas de producción ovina	9
3.3 Sistemas de alojamiento en la ovinocultura nacional	11
3.4 Efectos fisiológicos de la temperatura ambiental en las constantes fisiológicas de los ovinos	13
IV FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
V JUSTIFICACIÓN	17
VI OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
6.1 Objetivo general	18
6.2 Objetivos específicos	18
VII HIPÓTESIS	19
VIII MATERIAL Y MÉTODOS	20
8.1 Ubicación del área experimental	20
8.2 Objetivo de la unidad de producción	20

8.3 Manejo general -----	20
8.4 Manejo sanitario -----	21
8.5 Metodología -----	21
8.6 Tratamientos experimentales -----	21
8.7 Variables de medición -----	22
8.7.1 Frecuencia respiratoria -----	22
8.7.2 Frecuencia cardiaca -----	23
8.7.3 Temperatura rectal -----	23
8.7.4 Tiempo de llenado capilar -----	23
8.7.5 Movimiento ruminal -----	23
8.8 Análisis estadístico -----	23
IX RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	24
9.1 Frecuencia cardiaca -----	24
9.2 Frecuencia respiratoria -----	25
9.3 Temperatura rectal -----	27
9.4 Tiempo de llenado capilar -----	30
9.5 Movimiento ruminal -----	31
X CONCLUSIÓN -----	34
XI BIBLIOGRAFÍA -----	35

I RESUMEN

La ovinocultura es una actividad primordial para el desarrollo social de las familias del medio rural que practican la ganadería familiar. Parte de estas familias han cambiado del sistema de producción en pastoreo hacia el sistema de estabulación. Con el fin de evaluar las posibles diferencias que pudieran existir entre la crianza bajo techo de lámina galvanizada y bajo techo tipo invernadero se decidió efectuar la toma de constantes fisiológicas en dos grupos de ovejas lactantes con sus respectivos corderos en edades similares; cada grupo constó de diez ovejas y diez corderos. De los grupos se obtuvieron cuatro tratamientos de estudio, los cuales fueron: Tratamiento 1, Ovejas lactantes con techo tipo lámina (T1); Tratamiento 2, Ovejas lactantes en techo tipo invernadero (T2); Tratamiento 3, Corderos lactantes en techo tipo lámina (T3) y Tratamiento 4, Corderos lactantes en techo tipo invernadero (T4). Las constantes fisiológicas que se tomaron y compararon fueron: frecuencia cardiaca (FC), frecuencia respiratoria (FR), temperatura rectal (T), tiempo de llenado capilar (TLLC) y movimientos ruminales (MR). La periodicidad de la medición de las constantes fisiológicas tanto a hembras como a corderos se efectuó de forma semanal hasta completar cinco mediciones entre enero y febrero de 2023; obteniendo lo siguiente: primero, un aumento generalizado ($P < 0.05$) en la FC del T2 sobre el T1; aspecto contrario entre los T3 y T4 que manifestaron resultados similares ($P > 0.05$), comportamiento que se mantuvo en las mediciones de las cinco constantes fisiológicas puestas a prueba. Segundo, el T2 presentó mayor frecuencia respiratoria ($P < 0.05$) con respecto al T1, siendo llamativo el incremento en las semanas 4 y 5 de la evaluación experimental. Tercero, la T del T2 se mantuvo por encima del T1 ($P < 0.05$). Cuarto, el TLLC no evidenció diferencia alguna entre los tratamientos ($P > 0.05$). Quinto, los MR fueron iguales para los tratamientos ($P > 0.05$), resaltando la actividad ruminal de los corderos (T3 y T4) que inició en la tercera semana de mediciones. Finalmente, se deduce que el techo tipo invernadero causa un incremento en las constantes fisiológicas, recayendo en un estrés fisiológico mantenido por los animales que se crían o se desarrollan para la engorda en alojamientos con techo tipo invernadero.

II INTRODUCCIÓN

En las unidades de producción familiar o de traspatio en vías de desarrollo, la exposición de los animales a los cambios de temperatura no era considerado como un factor de vulnerabilidad. Sin embargo, el cambio climático en tiempos actuales es importante, por el calor intenso que genera (*Cartwright et al., 2022*). Por ello, el interés de mejorar las áreas de producción agropecuaria de acuerdo a las necesidades de los animales y su interacción con la condición climática que prevalece en el sitio de producción (*Fahad et al., 2023*), por lo que propiciar un alojamiento adecuado a los animales se ha convertido en una necesidad, además que en los tiempos recientes el bienestar animal se ha promovido como algo esencial en el ejercicio profesional de la Medicina Veterinaria y Zootecnia, así como en el manejo animal por parte de los productores y/o ganaderos (*Mellor, 2016*). El objetivo es ofrecer una vida digna a los animales además de propiciar un ambiente agradable y seguro a quienes interactúan directamente con ellos. Se trata de satisfacer las necesidades económicas de quienes aportan el capital y finalmente, ofrecer productos de calidad integral a la sociedad que forma parte del mercado objetivo (*Muhammad et al., 2022; Buddle et al., 2023*).

El ambiente caluroso más el incremento de las olas de calor afectan la salud, la producción, reproducción y el bienestar animal llegando a causar decesos debido a que perjudican el equilibrio en el ambiente térmico; de acuerdo con lo anterior, es necesario crear estrategias de manejo para optimizar los procesos productivos en la ganadería, ya sea de forma extensiva o intensiva (*IPCC., 2021; Vinet et al., 2023*). Mejorar la adaptabilidad animal a través de la selección genética y racial (pelo y lana), así como la utilización de razas nativas por su rusticidad, es un punto medular para mejorar la tolerancia al estrés calórico, en condiciones ambientales estresantes. Los animales para disipar el calor incrementan las constantes fisiológicas, principalmente la frecuencia respiratoria, incluyendo modificaciones en las concentraciones hormonales y un aumento en el consumo de agua (*Titto et al., 2016; Pantoja et al., 2023*).

En condiciones de estabulación los animales que son criados bajo un ambiente de estrés calórico no se desarrollan de igual manera que los criados en condiciones favorables, algunos de los impactos negativos más notorios son la baja ganancia de peso (*Zhao et al., 2022*). Por otro lado, se ha reportado que la industria de ganado lechero ha sufrido grandes pérdidas económicas provocadas por la baja producción y fertilidad derivadas de situaciones estresantes de hipertermia (*Verma et al., 2020*).

De manera general, las altas temperaturas inducen a los rumiantes a la liberación de proteínas de choque térmico y a un aumento de la presencia de especies reactivas de oxígeno celular (HSPs y ROS; por sus siglas en inglés respectivamente) (*Abdelnour et al., 2019; Gaviria et al., 2023*). Las proteínas de choque térmico a nivel tisular causan muerte celular, por su parte las especies reactivas de oxígeno celular provocan la degradación de proteínas y reducen aún más la síntesis proteínica al impedir la traducción de estas (*Abdelnour et al., 2019*).

Actualmente, en las condiciones de producción ovina en el corredor Tepeaca-Tlacotepec en el Estado de Puebla, México; los productores de ovinos han establecido sistemas de alojamiento con techos tipo invernadero (con el uso de plásticos), como una innovación para la especie ovina, justificando su uso en la adaptación de los animales que vienen de trópico hasta estas áreas centrales de México; por lo anterior, en esta investigación se evaluó el efecto que tiene el tipo de techo del alojamiento ovino, en la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura rectal, movimientos ruminales y tiempo de llenado capilar. Asumiendo que las ovejas que se alojan bajo techos tipo invernadero presentan alteraciones en sus constantes fisiológicas.

III ANTECEDENTES

3.1 Situación actual de la Ovinocultura en México

La producción de ovinos se realiza en tres modalidades: intensivo (estabulación más tecnificación), extensivo (pastoreo en espacios naturales) y semi-intensivo o mixto. Sin embargo, los sistemas de producción de ovinos muestran grandes coincidencias en los distintos países subdesarrollados donde se practica dicha actividad (*Bobadilla-Soto et al., 2021*).

Gran parte de la ovinocultura mexicana se desarrolla principalmente a pequeña escala en sistemas pastoriles con escasa tecnificación y bajos niveles de productividad, la mayoría de ellos en predios ejidales de uso común; en tierras de labor aprovechando esquilmos agrícolas y en agostaderos. Lo anterior es definido como ovinocultura social, acción ejercida por productores rurales de unidades familiares (*Aranda Melo et al., 2019*).

En México las formas de ejercer la producción ovina tienen variaciones de acuerdo con la geografía. En el centro del país se recurre a la cruce de razas tipo cárnico con razas de pelo; al norte, se hace uso de razas de lana-cárnicas bajo sistemas tecnificados; al sursureste, que es el área tropical donde las razas de mayor uso son las de pelo, aunque también se han hecho cruzamientos con la raza Dorper para mejorar la productividad cárnica (*Hernández-Marín et al., 2017*).

A nivel nacional se identifican tres modelos de negocio: el tradicional, el especializado y el intermedio (*Calderón, 2020*). El tradicional ofrece animales sin atributos diferenciados, ni mejoras productivas y mucho menos comerciales; el especializado, ofrece productos de alto valor por medio del empleo de estrategias productivas y buenas prácticas en el manejo; finalmente el intermedio, que muestra mayor disposición a aplicar conocimientos técnicos, comerciales y gerenciales, debido a la escolaridad de sus productores en donde se realiza un mejor manejo (*Calderón, 2020; Calderón-Cabrera et al., 2022*). En la ovinocultura la productividad se debe incentivar, para ello se necesita tomar conciencia en el modelo de negocio

y lo que lo rodea; sólo cuando los productores puedan satisfacer las necesidades del mercado lograrán mejorar su competitividad (*Calderón-Cabrera et al., 2022*).

En la ganadería, las personas involucradas en la ovinocultura se pueden clasificar en cuatro perfiles: "engordadores", "pequeños criadores", "criadores pastores" y "criadores no pastores" (*Estévez-Moreno et al., 2019*). Los "criadores pastores" están muy vinculados a la ganadería ovina por el capital humano que dedican a esta actividad, los ingresos que obtienen de ella y la forma en que la utilizan; los "criadores no pastores" parecen ser principalmente ganaderos vinculados a la producción ovina a través de empresas ganaderas mixtas (*Estévez-Moreno et al., 2019*). Los "engordadores" complementan la producción ovina con actividades no agrícolas, en el marco de un sistema de producción que tiende a ser más intensivo y los "pequeños criadores" combinaban el manejo extensivo de los animales con un empleo no agrícola (*Estévez-Moreno et al., 2019*). El pastoreo fue realizado con mayor frecuencia por los grupos de criadores en comparación con los engordadores (*Estévez-Moreno et al., 2019*).

La zona centro del país destaca por ser el área de mayor producción ovina del territorio nacional, siendo el Estado de México el que se ubica en primer lugar (*Bernáldez, 2021; Bobadilla-Soto et al., 2021*). Del 100% del ganado ovino destinado para el consumo, entre el 95 al 98% se destina para la cocina tradicional en la preparación de barbacoa y del mole de panza o "pancita", el restante se emplea para la venta de cortes finos. Por el contrario, no se logra abastecer la demanda del mercado por lo que se tiene que importar carne de ovino de los países de Australia, Nueva Zelanda, Canadá, Estados Unidos y Uruguay (*Bobadilla-Soto et al., 2021; Bernáldez, 2021*).

3.2 Bienestar animal a través de las instalaciones en los sistemas de producción ovina

El comportamiento que presenten los animales será el principal indicador de buenas condiciones de bienestar animal en la crianza de los animales sanos y libres que

pueden desenvolver y expresar un comportamiento típico de su especie (Romero, 2024; Szorobura et al., 2022); contrario, al proporcionar un carente bienestar animal puede provocar comportamientos atípicos (quitarse la lana o pelo entre ellos, aislamiento social y temor ante amenazas percibidas) un claro y muy marcado indicio de estrés (Mondragón et al., 2019; Romero, 2024).

Dentro de los factores que presentan una notable influencia en el bienestar de los ovinos y que determinan el diseño de las instalaciones; son las condiciones climáticas (Rivera et al., 2024), llegando a afectar los rendimientos del nivel productivo en las diferentes etapas (Martínez, 2015; Rivera et al., 2024). Esto sin pasar por alto la disponibilidad de agua y alimento con el fin de cubrir correctamente los requerimientos nutricionales del ovino de acuerdo con su función y etapa productiva (Martínez, 2015).

Dentro de los principios generales que conllevan al bienestar dentro de los sistemas de producción, se encuentra el proporcionar un ambiente físico, confortable y que brinde seguridad a los animales al igual que la oportunidad de que puedan desarrollarse y expresar sus comportamientos naturales (Fraser et al, 2009).

El empleo de prácticas adecuadas de producción y salud apoyan considerablemente a la disminución de la mortalidad dentro del rebaño, pero estas deben involucrar tanto un correcto manejo nutricional, una adecuada medicación preventiva y una cautelosa selección genética; se puede disminuir considerablemente la mortalidad pre y postparto, con el simple hecho de adecuar la alimentación acorde a la etapa que se encuentren las nodrizas evitando llevarlas al último tercio de gestación en condiciones corporales bajas; este manejo también apoya a evitar corderos de bajo peso con riesgo de muerte por inanición. La condición corporal juega un papel muy importante en cada una de las etapas productivas, un ejemplo de ello sería el alto gasto energético y proteico que presentan las hembras lactantes, he aquí la importancia de una correcta nutrición, de no ser adecuada una de las principales repercusiones sería la pérdida de peso de la madre y su cría, conllevando a posibles problemas de salud secundarios. (Mondragón et al., 2019).

Las instalaciones son una parte fundamental en el bienestar animal, debido a que en ellas se desarrolla toda la actividad pecuaria. El espacio mínimo necesario por una oveja lactando es de 1.8 m² a 2.5 m² (*Animal Health Australia, 2014; Robles, 2020*).

Dentro de los sistemas intensivos de finalización en corderos, se ha optado por el monitoreo de algunos indicadores tales como provisión y alojamiento que desempeñan un papel muy importante para poder obtener buenos indicadores conductuales, fisiológicos, endócrinos, bioquímicos y al igual que hematológicos con la finalidad de poder medir el nivel de bienestar animal (*Muñoz-Osorio, 2019; Castillo-Trujillo et al., 2020*).

En los indicadores conductuales se tiene a las estereotipias, que son actividades que el ovino desarrolla sin una finalidad, pero ocupa gran parte de las actividades y tiempo del animal, algunas acciones consideradas dentro de las estereotipias son las siguientes: lamer o roer varias veces los comederos, paredes, cercas y objetos de metal o de madera, pero sin consumir alimento, a esta lista se incluye caminar de un lado al otro y la ingesta de lana o pelo entre congéneres (*Muñoz-Osorio, 2019; Lins, 2020*). Del mismo modo se pueden encontrar interacciones agresivas, topes o empujones para acceder al comedero o bebedero (esto se debe principalmente a la capacidad deficiente de los mismos), montas sin una función sexual aparente, más bien para causar desplazamiento; patadas, amenazas y la persecución, pueden involucrar tanto contacto físico o no (*Muñoz-Osorio, 2019; Lins, 2020*).

3.3 Sistemas de alojamiento en la ovinocultura nacional

La intensificación en la producción de carne ovina en México y la aparición de cada vez más empresas ovinas ha obligado a cambios importantes en los métodos de crianza y en consecuencia de las instalaciones de los animales para lograr un proceso productivo rentable (*Martínez González et al., 2010; Cerón, 2022*). Un ejemplo de lo anterior es el desarrollo de nuevas opciones para el alojamiento de los corderos después del destete y durante todo el periodo de engorda. Esto es aún

más importante en aquellos lugares donde el clima representa una limitante para la crianza de los ovinos, particularmente en el trópico húmedo y subhúmedo (*Martínez González et al., 2010*).

Directa o indirectamente las instalaciones intervienen en el desarrollo y en los parámetros productivos de la ganadería ovina, por consiguiente, la rentabilidad de la ovinocultura se ve influenciada por el diseño de las instalaciones (*Martínez, 2015*). Hasta cierto punto, los costos de producción determinan el diseño de las instalaciones, no obstante, el capital invertido no determina que las instalaciones sean funcionales, ni mucho menos que provean de bienestar animal al rebaño (*Cerón, 2022*). La intención del diseño de instalaciones es promover el trabajo dentro de un entorno saludable que garantice el cumplimiento de los requerimientos básicos de las ovejas, es decir, que logren alcanzar al máximo su potencial productivo (*Martínez, 2015*).

El alojamiento o corral es un factor de producción importante en los sistemas intensivos (*González et al., 2016*). La literatura disponible muestra varios tipos de alojamiento que se diferencian por su posición, ya sea a nivel del suelo o elevado e incluso por el material de cama utilizado, pero siempre resaltando la importancia de mantener cómodos a los animales, reducir las fuentes de estrés y mejorar las condiciones sanitarias en lo mayormente posible (*Muñoz-Osorio, 2019; Arango, 2022; Calderón-Cabrera et al., 2022*). A nivel del suelo se pueden encontrar corrales con pisos de tierra, cemento, cemento-tierra y empedrado o con diversos materiales de cama como el aserrín, la viruta, la paja, el papel y la cascarilla de arroz, entre otros (*Muñoz-Osorio, 2019*). Los corrales elevados cuentan con pisos de rejilla de metal o plástico que permiten el filtrado de las heces fecales hasta caer a un piso sólido; la altura del corral desde el nivel del suelo es de alrededor de 80 cm. Las paredes o cercas de los corrales tanto a nivel del suelo como elevado son construidas de diversos materiales, tales como metal, madera, concreto y piedra (*Muñoz-Osorio, 2019*).

3.4 Efectos fisiológicos de la temperatura ambiental en las constantes fisiológicas de ovinos.

Los mamíferos y las aves se clasifican como endotermos porque dependen más de fuentes internas de calor y como homeotermos porque mantienen una temperatura corporal bastante constante en presencia de cambios considerables en la temperatura ambiental (*Klein, 2020*). Los animales endotermos realizan modificación de mecanismos fisiológicos y comportamentales para compensar las variaciones de temperatura (*Sanmiguel y Díaz, 2011*).

La temperatura local, los niveles y la distribución de las precipitaciones, la composición del aire, la velocidad y la dirección del viento pueden influir en los procesos químicos atmosféricos, junto con las interacciones en los entornos a escala local y global. La exposición a partículas, sustancias químicas y gases puede agravar enfermedades crónicas, alterar las respuestas inmunitarias, desencadenar inflamaciones, provocar muertes prematuras y contribuir a un sinnúmero de enfermedades (*Alves et al., 2023*). Aunado a lo anterior, la ausencia de enriquecimiento ambiental en los alojamientos también suma para que los animales se estresen y en consecuencia se inmunodepriman; siempre se debe procurar el bienestar por medio de estrategias de acuerdo al comportamiento natural de las especies (incluso desde la perspectiva ecológica y de la evolución), en animales de laboratorio bajo inmunodepresión inducida por medio de estrés mantenido, se ha demostrado que a través de los tratamientos alternativos a los farmacológicos (enriquecimiento ambiental) se pueden lograr resultados altamente satisfactorios (*Clubb & Mason, 2004*).

Experimentalmente se ha demostrado que ovejas expuestas a tratamientos físicos, sociales, farmacológicos y quirúrgicos fundamentados en estímulos negativos muestran una disminución plasmática de calcio (*Moseley & Axford, 1973*), mientras que por periodos ya sean cortos o largos de estrés inducido se obtiene un aumento recíproco de las constantes fisiológicas según sea el caso, solo que, por periodos prolongados, los niveles de cortisol y catecolaminas se elevan de una manera

sostenida dejando a los animales propensos a una inmunodepresión (*Lowe et al., 2005*).

Aunque las ovejas tienen la capacidad para adaptarse a la hostilidad, el estrés térmico suele tener un efecto perjudicial en su bienestar y rendimiento; la reducción del apetito, así como de la ingesta de alimento y por consiguiente una menor ganancia de peso, son algunos de los efectos más notorios derivados de las altas temperaturas (*Bokharaeian et al., 2023*). Además, el estrés por calor puede provocar estrés oxidativo en las ovejas, lo que puede repercutir negativamente en sus respuestas inmunitarias y en estado de salud general. Los estudios han demostrado que la actividad de enzimas antioxidantes como la glutatión peroxidasa (GPx) y la superóxido dismutasa (SOD), así como la capacidad antioxidante total (TAC), se ven afectadas por el estrés térmico (*Bokharaeian et al., 2023*).

La hipertermia es una manifestación de la liberación de citoquinas en respuesta a diversos estímulos (*Heyden, 2014*), en este caso de tipo ambiental. De forma general en los animales las altas temperaturas afectan el eje cerebro-intestino-microbiota que es el encargado de la maduración y del balance de los sistemas inmunológico y nervioso (*Calefi et al., 2017*). El estrés se relaciona con la disminución de rendimiento de los animales, por ejemplo: el peso corporal, la conversión alimenticia y las tasas reproductivas, a esto se agrega el miedo generado por un mal manejo de los rebaños (*Blanco-Penedo et al., 2020; Flores, 2023*). Finalmente, la suma de todo lo anterior trae alteraciones en los parámetros normales de las constantes fisiológicas (*Boissy et al., 2005; Calefi et al., 2017*).

Los ovinos, tanto de razas de pelo o lana ante situaciones de hipertermia disipan el calor a través de la respiración, es decir, aumentando la frecuencia respiratoria. Frente a escenarios de estrés calórico los ovinos de pelo resultan menos susceptibles, más no exentos (*Pérez et al., 2020; Barragán Sierra et al., 2021*). Naturalmente el aire que entra en el aparato respiratorio suele ser más fresco que la temperatura del cuerpo y no está saturado de vapor de agua (*Klein, 2020*). El trayecto del aire al atravesar las vías respiratorias ayuda a que el aire se caliente gradualmente, esto debido a la transferencia de calor de los capilares de la

circulación bronquial; de igual manera, se humidifica hasta la saturación por la evaporación del agua de la superficie de la mucosa (Klein, 2020). Efecto contrario al momento de la exhalación, donde se pierde el aire calentado y humidificado debido a su expulsión del organismo (Klein, 2020). El efecto compensatorio para regular la temperatura en animales estresados por el calor es el aumento de la frecuencia respiratoria, esto con la finalidad de disipar el calor interno, el aumento de la ventilación del espacio muerto (ventilación desechada) disminuye la eficiencia respiratoria y, por lo tanto, aumenta el trabajo necesario para mantener una ventilación adecuada (Klein, 2020).

Otro de los efectos de la hipertermia a nivel fisiológico es el estrés oxidativo. En condiciones fisiológicas normales los ovinos presentan un balance entre la actividad pro y antioxidante; sin embargo, cuando se encuentran bajo estrés calórico se pierde este equilibrio, conduciendo a estrés oxidativo (Nicolás-López et al., 2021).

La exposición a altas temperaturas en un área delimitada e inclusive de manera global debido al cambio climático trae consecuencias negativas en el ámbito reproductivo, para los machos es necesario que la temperatura normal a nivel testicular no sobrepase los 32°C, sin embargo, la influencia de un ambiente caluroso afecta directamente al incremento de la temperatura testicular (Samir et al., 2023). El aumento de la temperatura ambiental interfiere con el mecanismo termorregulador de los testículos al interrumpir la pérdida de calor por evaporación de la superficie escrotal y resultar en aumentos de la temperatura intratesticular (Samir et al., 2023). Las funciones de los testículos operan en un microambiente próximo a la hipoxia. Un aumento del calor testicular provoca un aumento del metabolismo testicular y de las necesidades de oxígeno, resultando en hipoxia y la formación de especies reactivas de oxígeno, que tienen un impacto significativo en la producción de espermatozoides (Samir et al., 2023). La disminución de la calidad espermática se atribuye principalmente al efecto de la hipoxia. La exposición de los testículos al estrés térmico a través de un insuficiente sistema termorregulador induce un impacto negativo en la espermatogénesis (debido a sus efectos nocivos en todas las células del testículo), lo que se traduce en menores características de

calidad y cantidad espermática lo que tiene consecuencias drásticas para la reproducción en la población humana y animal (*Samir et al., 2023*).

En el caso de las hembras en un aspecto más específico, el estado fisiológico de la lactancia desempeña un papel importante, en condiciones de temperatura elevada es un grave estímulo de estrés (*De la Cruz Gamboa, 2020*). La adaptación que poseen las diversas razas de ovinos está estrechamente ligada al impacto del estrés calórico en la producción de leche, debido a la pérdida del apetito (*De la Cruz Gamboa, 2020*).

Contrario a las altas temperaturas, las bajas temperaturas también impactan negativamente a los animales, la mayor parte de los decesos de neonatos ocurren dentro de las dos primeras semanas de vida, siendo el estrés por frío una de las principales causas de morbilidad y mortalidad de los corderos (*Collins & Blackie, 2021*).

IV FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Se ha observado que los ovinos bajo el techo tipo invernadero manifiestan lo siguiente: jadeo, movimientos abdominales, nerviosismo generalizado y una respuesta de alerta potencializada. Ante esta situación se planteó la necesidad de conocer cuál es el impacto del tipo de techo en las constantes fisiológicas de los ovinos, como una forma indirecta de medir el bienestar de éstos, en este tipo de alojamiento.

V JUSTIFICACIÓN

Con base en el bienestar animal que es un punto clave para las buenas prácticas en la producción pecuaria, esta investigación es primordial ya que se fundamenta en la necesidad de estudiar las variaciones entre constantes fisiológicas correspondientes a ovejas y corderos en estado de lactancia a consecuencia de la influencia del tipo de material en el techo de los alojamientos; en este caso, la comparación entre dos tipos de techo diferente (lámina galvanizada y tipo invernadero). Dado que, durante los últimos años los productores de la región han considerado como una opción accesible (en términos económicos) el uso del techo tipo invernadero para darle alojamiento a su ganado, por lo que es de alta importancia conocer el efecto que este tiene sobre el comportamiento fisiológico de los ovinos. En condiciones empíricas se ha observado que el techo tipo invernadero predispone el estrés calórico en los animales.

VI OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar las constantes fisiológicas de ovejas en lactación y sus corderos en dos tipos de techo.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Medir las frecuencias cardiaca y respiratoria, la temperatura rectal, el tiempo de llenado capilar y los movimientos ruminales (constantes fisiológicas) en ovejas lactantes y sus corderos bajo dos tipos de techo (lámina galvanizada y tipo invernadero).

VII HIPÓTESIS

El tipo de techo afecta directamente a las ovejas lactantes y sus crías, alterando las constantes fisiológicas de éstas.

VIII MATERIALES Y MÉTODOS

8.1 Ubicación del área experimental

Esta investigación se realizó en una unidad de producción ovina, ubicada en la cabecera municipal de Cuapiaxtla de Madero, en la parte central del estado de Puebla; entre los paralelos 18° 54' y 18° 58' de latitud norte; los meridianos 97° 47' y 97° 52' de longitud oeste; altitud entre 2, 000 y 2, 300 m (INEGI, 2010).

8.2 Objetivo de la unidad de producción

El objetivo zootécnico de la unidad de producción es la carne, por lo que genera machos finalizados para el abasto y hembras de reemplazo para uso propio de la unidad de producción, por medio de cruzamientos entre hembras de raza Katahdin y Pelibuey, y sementales de razas Charollais, Dorper, Katahdin, Pelibuey y Texel.

8.3 Manejo general

El hato se divide en catorce lotes (corrales), de los cuales dos están destinados para la engorda de corderos; los doce sobrantes se componen de veinte hembras más el semental cuando el lote se encuentra en empadre.

En cuestión del aspecto reproductivo se maneja el efecto macho a través de la rotación de sementales con un mes de empadre por lote.

La aplicación de selenio se ejerce a los tres días de vida en el caso de los neonatos; quince días previos al empadre y a los tres meses de gestación en cuestión de las hembras.

A partir del parto a los setenta y cinco días se realiza el destete; durante la etapa de lactancia se emplea el *creep feeding* a libre acceso para los corderos con la finalidad de llegar al destete a los 20 Kg mínimos para los machos y a los 17 Kg mínimos para las hembras.

8.4 Manejo sanitario

Cada seis meses de manera general se realiza una desparasitación e inmunización de todo el rebaño. Para ambas situaciones se aplican dos dosis y se pretende ir cambiando principios activos, así como laboratorios fabricantes para evitar algún tipo de resistencia. Para desparasitar se aplicaron dos desparasitantes distintos, ivermectina para animales vacíos y closantel para animales gestantes. En el caso de la ivermectina se aplicó en un intervalo de 35 días entre dosis y para el closantel en un intervalo de 15 días.

8.5 Metodología

Para la evaluación de las constantes fisiológicas se utilizó un total de veinte ovejas adultas. Las que se dividieron en dos grupos iguales (n=10) cada uno. Todas las ovejas fueron de parto simple, en estado de lactación con sus respectivos corderos.

8.6 Tratamientos experimentales

Se definieron cuatro tratamientos experimentales (tabla 1), considerando como fuente de variación el tipo de techo donde se alojaron, así como el estado fisiológico de los animales, de lo cual resultaron los siguientes tratamientos experimentales:

Tabla 1. Descripción de los tratamientos realizados

Número de tratamiento:	Nombre:	Descripción:
1	Ovejas lactantes bajo techo tipo lámina.	Diez ovejas adultas con edad aproximada de cinco años, de raza Katahdin empadradas con un semental de la misma raza de capa “canela” y de edad similar.

Número de tratamiento:	Nombre:	Descripción:
2	Ovejas lactantes bajo techo tipo invernadero.	Diez ovejas adultas con edad aproximada de tres años de raza Katahdin empadradas con un semental de la misma raza de color de capa “blanca” y de edad similar.
3	Corderos lactantes bajo techo tipo lámina.	Diez corderos (hembras y machos) de raza Katahdin.
4	Corderos lactantes bajo techo tipo invernadero.	Diez corderos (hembras y machos) de raza Katahdin.

La variación de edad de los corderos del tratamiento 3 y 4 fue alrededor de una semana.

8.7 Variables de medición

La medición de constantes fisiológicas se efectuó tanto a hembras como a corderos, con una frecuencia semanal en los meses de enero a febrero de 2023 hasta completar cinco mediciones. Las variables para medir fueron las siguientes: frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, temperatura rectal, tiempo de llenado capilar y movimientos ruminales.

8.7.1 Frecuencia respiratoria

Es el número de respiraciones por minuto que realiza un animal de manera natural. Se midió en el área pulmonar con el uso de un estetoscopio.

8.7.2 Frecuencia cardiaca

El número de latidos por minuto del corazón se denomina frecuencia cardiaca. Se midió en el área cardiaca con el uso de un estetoscopio.

8.7.3 Temperatura rectal

La temperatura es la expresión del cuerpo relacionada al frío o al calor, se midió vía rectal con un termómetro digital.

8.7.4 Tiempo de llenado capilar

El tiempo de llenado capilar es la evaluación simple del estado de los capilares. Se evaluó ejerciendo presión digital sobre las mucosas bucales hasta lograr el vaciado capilar del sitio donde se efectuó la prueba, posterior a esto se esperó a que la coloración característica “rosa pálido” retornara.

8.7.5 Movimientos ruminales

Es la mezcla de los alimentos a través del movimiento del rumen para una buena digestión. Se evaluó en el área del ijar (lado izquierdo) con el uso de un estetoscopio, los movimientos ruminales se auscultaron en las hembras adultas durante todo el periodo de prueba. En los corderos, la evaluación inició en el tiempo cercano a cumplir los treinta días de nacidos, debido a que los neonatos a partir de esa edad inician la función ruminal.

8.8 Análisis estadístico

Los resultados de las mediciones correspondientes a las constantes fisiológicas se evaluaron utilizando un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2X2 (R-4.4.1 para Windows), considerando como fuente de variación el tipo de techo y el estado fisiológico de los animales. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de medias de *Bonferroni*.

IX RESULTADOS Y DISCUSIÓN

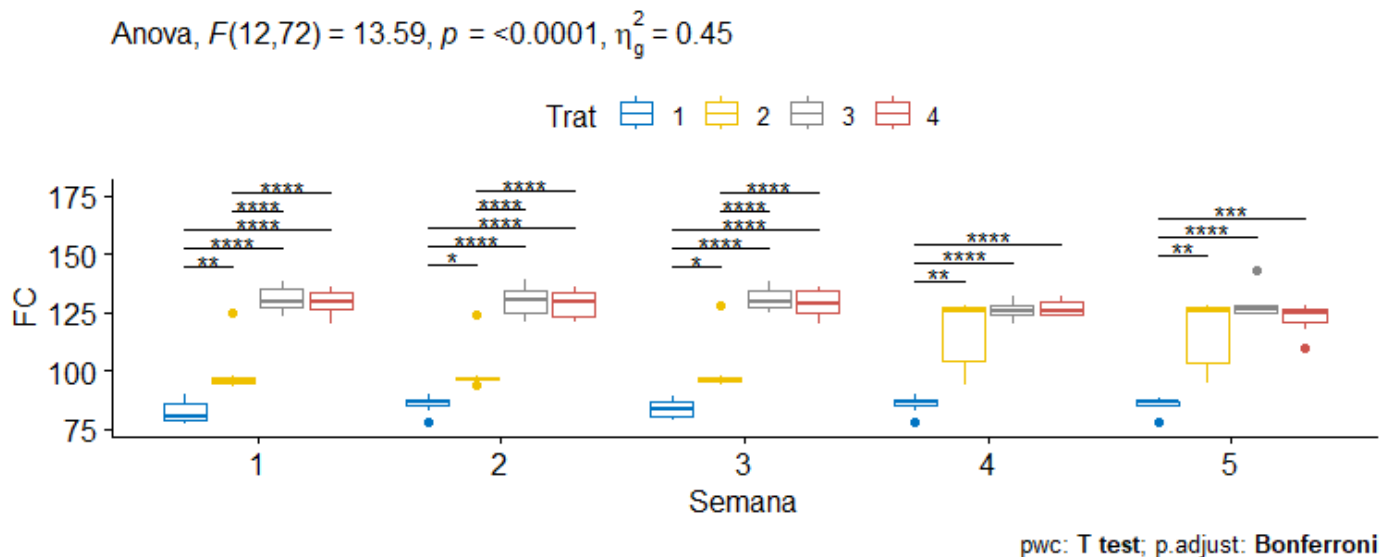
9.1 Frecuencia cardiaca

El resultado de la frecuencia cardiaca presentó diferencias ($P < 0.05$) en relación con el tipo de techo (gráfica 1); siendo mayor la frecuencia cardíaca en ovejas alojadas en techo tipo invernadero (T2) comparado con techo tipo lámina (T1). En corderos no se obtuvo diferencia ($P > 0.05$) en esta variable. En la semana 4ta y 5ta de medición, se registró mayor aumento en la frecuencia cardíaca de ovejas en el techo tipo invernadero (T1= 86.84 ± 9.98 ; T2= 106.16 ± 14.59). En corderos no se manifestaron diferencias (T3= 129.12 ± 5.24 ; T4= 127.36 ± 5.51).

Los valores de referencia para la frecuencia cardiaca van de los 60 latidos por minuto hasta los 120 para los adultos y de los 120 a los 160 para los corderos (Smith, 2010; González, 2018). En ovinos adultos se considera un promedio de 75 latidos por minuto, mientras que para los ovinos jóvenes el promedio oscila en 130 (González, 2018).

Gráfica 1. Frecuencia cardiaca de ovejas y corderos lactantes en dos tipos de alojamiento.

X: Semanas de tratamiento, Y: Frecuencia cardiaca.



De manera general *Ghezzi et al, (2024)* afirman que cuando existe un efecto negativo por calor, fisiológicamente el organismo desarrolla acciones efectivas para mantener la normotermia, por ejemplo: taquicardia, taquipnea y un incremento en la vasodilatación periférica.

Las frecuencias cardíacas que se encuentran por encima del valor promedio son inducidas por efectos de ejercicio al máximo, estrés y en respuesta a situaciones de miedo, alarma o defensa (*Klein, 2020*). En consecuencia, el corazón es activado por los nervios simpáticos y la liberación de la epinefrina y la norepinefrina provenientes de las glándulas adrenales (*Hall, 2021*). Tales efectos muy probablemente se logran debido a que el calor aumenta la permeabilidad de la membrana del músculo cardíaco a los iones que controlan la frecuencia cardíaca, acelerando el proceso de autoexcitación. La fuerza contráctil del corazón con frecuencia se incrementa transitoriamente cuando hay un aumento moderado de la temperatura (*Klein, 2020; Hall, 2021*).

De acuerdo con la presente investigación el techo tipo invernadero es considerado como un factor de estrés ya que por la propia naturaleza del material incrementa la temperatura ambiental, misma que se incentiva a medida que avanzan las horas del día, y además la ventilación en las instalaciones es limitada, con lo que la sensación de calor aumenta en el alojamiento.

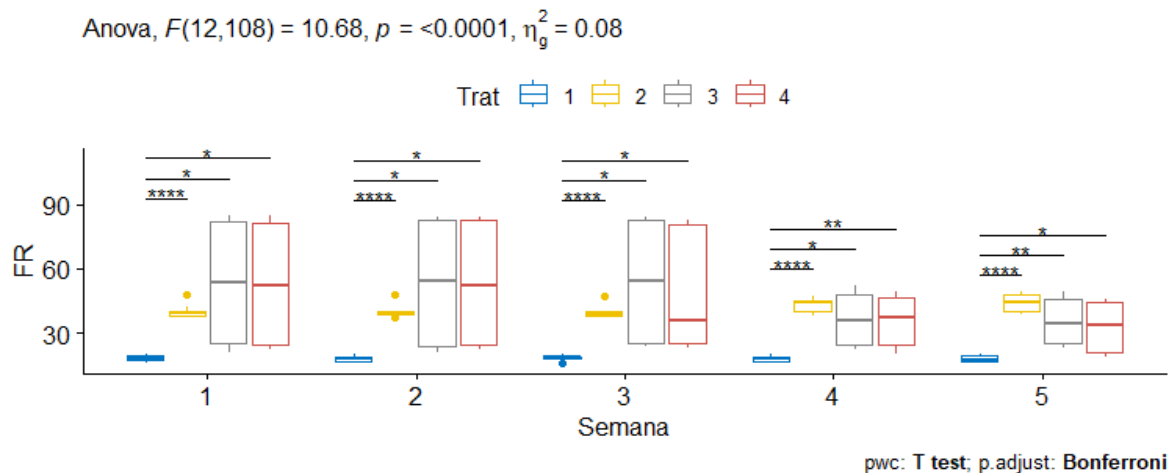
9.2 Frecuencia respiratoria

La frecuencia respiratoria mostró diferencias ($P < 0.05$) respecto del tipo de techo (gráfica 2), resultando que las ovejas alojadas en techo tipo invernadero presentaron mayor frecuencia respiratoria, siendo mayor en las semanas 4 y 5 de la evaluación experimental. Respecto a los corderos no mostraron diferencias ($P > 0.05$) en función del tipo de techo ($T_1 = 18.08 \pm 1.34$; $T_2 = 41.4 \pm 3.64$); ($T_3 = 46.52 \pm 25.45$; $T_4 = 44.82 \pm 24.95$).

Los valores de referencia para la frecuencia respiratoria van de las 12 respiraciones por minuto hasta las 72 respiraciones por minuto para los adultos y de las 15 a las 70 para los corderos (Smith, 2010; González, 2018), con un promedio para los ovinos adultos de 16 respiraciones por minuto y para los ovinos jóvenes de 20 (González, 2018).

Gráfica 2. Frecuencia respiratoria de ovejas y corderos lactantes en dos tipos de alojamiento.

X: Semanas de tratamiento, Y: Frecuencia respiratoria.



En circunstancias de estrés térmico atribuido al efecto del techo tipo invernadero, los animales elevaron su frecuencia respiratoria. Saavedra (2019) describe que en condiciones de estrés térmico no solo la temperatura corporal se eleva, sino que también la frecuencia respiratoria se ve aumentada, tal acción es descrita como un mecanismo fisiológico de termorregulación dominado por las ovejas de pelo (indistinto de la edad) para mantener la homeotermia. Siguiendo de acuerdo con Saavedra (2019), las ovejas de pelo pueden perder entre el 60 y el 90% de su carga de calor corporal elevando la frecuencia respiratoria cuando se encuentran estresadas por calor.

Vera Herrera (2019) enfoca la atención al comportamiento respiratorio de las ovejas en reposo. Este autor hace hincapié en que si los parámetros de la frecuencia respiratoria se elevan aun cuando el animal se encuentra descansando es sinónimo de que el animal está esforzándose por dispersar la carga térmica, tal situación se puede observar cuando las ovejas están acostadas o de pie, pero se encuentran jadeando con la boca cerrada (indicativo de una tasa de respiración elevada) o si el estrés es más severo, con la boca abierta.

9.3 Temperatura rectal

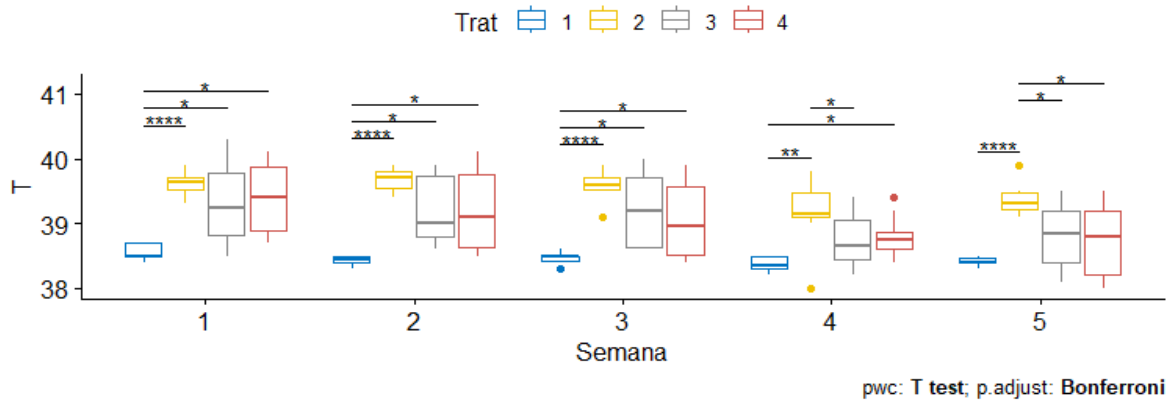
La temperatura rectal mostró diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) entre las ovejas lactantes (gráfica 3), siendo mayor en las ovejas alojadas en techo tipo invernadero; sin diferencias en corderos ($P > 0.05$) asociadas con el tipo de alojamiento ($T1 = 38.288 \pm 1.13$; $T2 = 39.488 \pm 0.33$); ($T3 = 39.058 \pm 0.55$; $T4 = 39.03 \pm 0.57$).

Los valores de referencia para la temperatura van de los 38.5°C a los 40°C para adultos y corderos, sin embargo, existen diferencias entre autores de acuerdo con los parámetros de temperatura entre corderos y animales adultos (Smith, 2010; González, 2018). González (2018) indica que la temperatura para animales de hasta un año de vida va de los 38.5°C a los 39.0°C , mientras que para los animales adultos debe mantenerse en los rangos de 38.5°C a 39.5°C , por otro lado, Smith (2010) indica que la temperatura para corderos debe mantenerse de 39.5°C a 40.5°C , pero para los animales adultos debe oscilar entre los 39°C hasta los 40°C .

Gráfica 3. Temperatura rectal de ovejas y corderos lactantes en dos tipos de alojamiento.

X: Semanas de tratamiento, Y: Temperatura rectal.

Anova, $F(12,96) = 2.13$, $p = 0.022$, $\eta_g^2 = 0.05$



Tomando en cuenta los resultados con amplia similitud para ambos tratamientos de corderos en cuestión de la temperatura, se evidencia que existe alguna acción fisiológica en corderos que propicia una termorregulación efectiva para la adaptabilidad en diferentes ambientes. *Ayala et al., (2014)* manifiestan que mientras en escenarios hostiles haya disponibilidad agua para beber y sombra, los corderos pueden alcanzar un desarrollo satisfactorio; tal información fue obtenida en el estudio del pastoreo en verano. Confirmando lo anterior *Klein (2020)* realza la importancia del agua, ya que afirma que la temperatura corporal de un animal homeotermo bien hidratado es escasamente variable, sobre todo en sitios de clima templado.

Nicolás (2019) comparó la engorda de corderos entre el invierno y el verano. Dentro de las variables de estudio que utilizó, la temperatura rectal permaneció en los rangos normales durante las dos estaciones del año, mientras que los corderos no mostraron signos clínicos de alarma. De hecho, *Nicolás (2019)* afirma que las razas Dorper y Katahdin tienen una excelente capacidad de termorregulación en climas cálidos. Coincidiendo con *Macías-Cruz et al., (2016)* quienes también afirman que Katahdin, Pelibuey, Dorper y su progenie por medio de cruzamientos, fácilmente se

adaptan a las dificultades climáticas sin llegar a esfuerzos energéticos mayores, manteniendo la homeotermia y sosteniendo el ritmo reproductivo con normalidad.

Otra acción que desarrollan los ovinos para adaptarse a las altas temperaturas es la evaporación de los líquidos corporales (*Castellano, 2022*). Una vez alcanzada la vasodilatación límite, la evaporación cutánea y respiratoria aumenta de manera lineal con relación en la temperatura ambiental, cediendo un equilibrio de los cambios térmicos (*González et al., 2013; Cáceres & Bravo, 2021*). El aumento de la evaporación cutánea se alcanza por la producción de sudor y de la evaporación respiratoria por el incremento de la frecuencia respiratoria; la cantidad de líquido que puede evaporarse depende por la humedad del aire, viento y la capa de pelo o lana según sea el caso, ya que la emisión de sudor y el incremento de la frecuencia respiratoria no se pueden mantener elevados indefinidamente (*González et al., 2013*).

En los pequeños rumiantes la genética es fundamental para poder adaptarse a lugares hostiles. *Mascarenhas et al., (2023)* demostraron que el fenotipo (piel y pelaje) y la especie (ovejas y cabras) son cruciales para que los animales se puedan adaptar a las dificultades climáticas de lugares semiáridos, por ejemplo: el espesor epidérmico y la disposición de glándulas sudoríparas fue superior en las ovejas, pero se encontró gran similitud entre la cantidad de folículos pilosos y la tasa de sudoración de ambas especies. Sin embargo, no existieron diferencias entre los sexos, pero sí una superioridad en cuanto a la morfología de la piel y el pelaje de las cabras sobre las ovejas.

Más allá de lo descrito previamente; algunos ungulados, entre ellos las ovejas cuentan naturalmente con la denominada “red carotídea”, la cual funciona como un mecanismo para el enfriamiento del torrente sanguíneo que va con dirección al cerebro (*Deepthi, 2016; Klein, 2020*). Tal sistema está constituido por la arteria carótida que a su vez forma una red de anastomosis dentro de un seno de sangre venosa proveniente de la cavidad nasal. La sangre venosa se encuentra a disponibilidad de una temperatura inferior lo que propiciará el enfriamiento de la

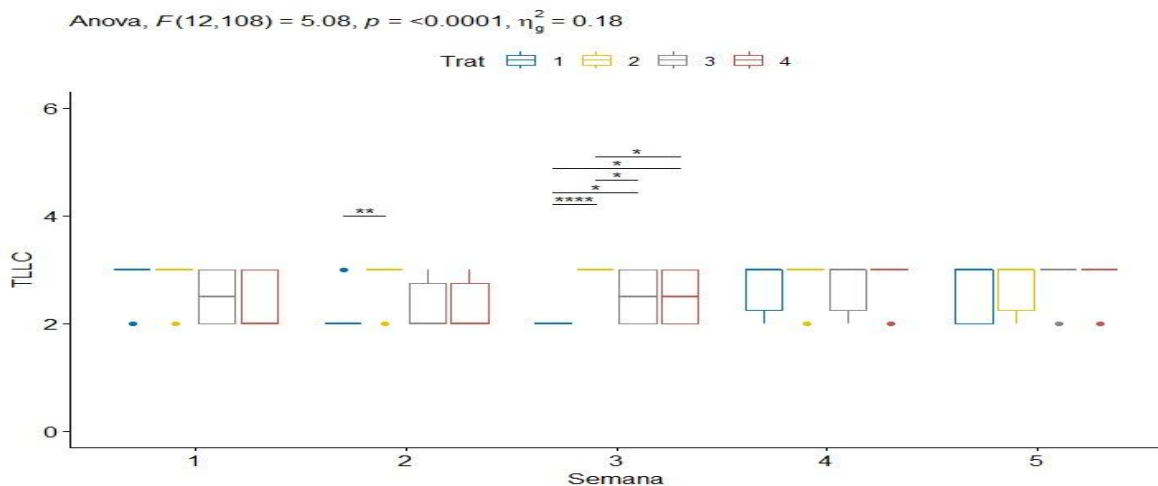
sangre arterial que irriga el cerebro para protegerlo de las temperaturas elevadas (Klein, 2020).

9.4 Tiempo de llenado capilar

El resultado del tiempo de llenado capilar de los cuatro tratamientos (gráfica 4) no mostraron diferencias ($P > 0.05$) con respecto al tipo de techo y el estado fisiológico de los animales, ($T1 = 2.46 \pm 0.50$; $T2 = 2.86 \pm 0.35$; $T3 = 2.58 \pm 0.50$; $T4 = 2.6 \pm 0.49$).

Gráfica 4. Tiempo de llenado capilar de ovejas y corderos lactantes en dos tipos de alojamiento.

X: Semanas de tratamiento, Y: Tiempo de llenado capilar.



El tiempo normal del llenado capilar es de 1 a 2 segundos posterior a ejercer la prueba de presión digital sobre la mucosa (Klein, 2020; González, 2018).

Habitualmente donde se realiza la prueba de tiempo de llenado capilar es en las mucosas, siendo popular el sitio sin pigmento de las encías (González, 2018). El tejido en condiciones sanas debe ser de un aspecto rosado pálido, debido al flujo de sangre oxigenada por medio de las arteriolas, los capilares y las vénulas (Smith, 2010; González, 2018; Klein, 2020). Si el tiempo de llenado capilar sobrepasa los

dos segundos es evidencia de mala perfusión del tejido, y una circulación lenta (Klein, 2020). Desde luego, las causas posiblemente sean deshidratación, hipovolemia o un alto tono simpático periférico con vasoconstricción (González, 2018).

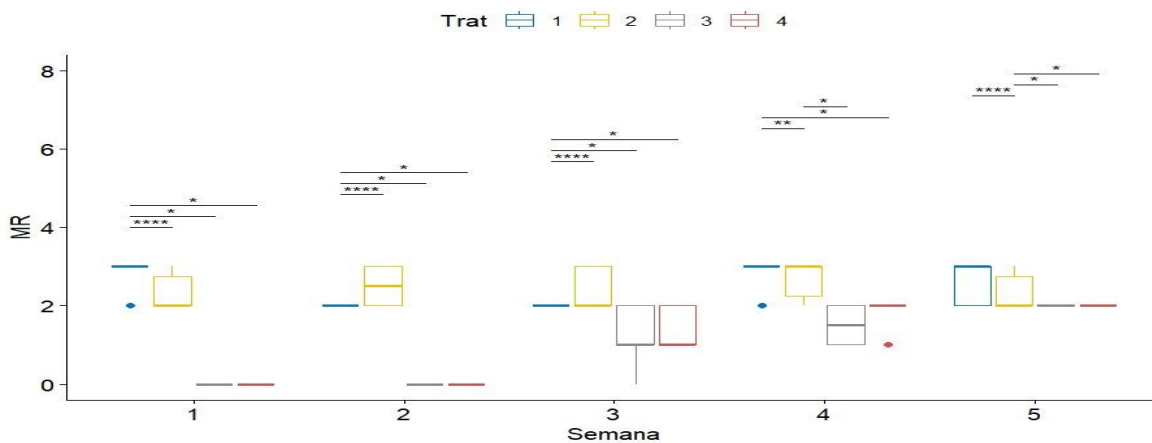
En este caso, los animales analizados mostraron gran similitud en el tiempo de llenado capilar, tomando en cuenta lo citado anteriormente, se deduce que por razones de buena salud no hubo diferencias mayores entre tratamientos, más porque las ovejas siempre contaron con disponibilidad de alimento y la libertad para hidratarse correctamente evitando las posibilidades de deshidratación.

IX.5 Movimientos ruminales

Los movimientos ruminales no mostraron diferencias ($P > 0.05$) por el tipo de techo en el que se alojaron los animales (gráfica 5), así como tampoco por el estado fisiológico de los animales (adultas vs lactantes) ($T1 = 2.46 \pm 0.50$; $T2 = 2.44 \pm 0.50$; $T3 = 0.96 \pm 0.90$; $T4 = 1.04 \pm 0.92$).

Gráfica 5. Movimientos ruminales de ovejas y corderos lactantes en dos tipos de alojamiento.

X: Semanas de tratamiento, Y: Movimientos ruminales.



Los valores de referencia para los movimientos ruminales van desde 1.5 a 3 movimientos ruminales en un lapso entre uno y tres minutos (*Smith, 2010; González, 2018*), siendo habitual encontrar de 2 a 3 movimientos ruminales por cada 2 minutos tanto en animales jóvenes como adultos (*González, 2018*).

Se considera que la rumia es la segunda actividad a la que los rumiantes destinan más tiempo por día (*Arnold et al., 1978*). El tiempo de rumia está comprometido por el forraje o el alimento concentrado (pienso), es decir: cantidad, tipo y calidad, así como disponibilidad (*Arnold et al., 1978; González, 2018*); aproximadamente los rangos de tiempo que los rumiantes destinan a la rumia van de 1.5 a 10.5 horas (*Arnold et al., 1978; González, 2018; Shimada, 2018*). Para el ganado ovino y caprino la rumia es corta en comparación con los bovinos, esto es en consecuencia de su notable selectividad en los alimentos y por la ingesta de bocados pequeños que permiten una molienda más fina (*González, 2018*).

Arnold, et al., (1978) y *Serrano, et al., (2022)* coinciden en que los factores climáticos determinan el tiempo que un animal dedica para alimentarse, por ejemplo: el calor y la sombra en el pastoreo o en los sistemas extensivos, influyen en los tiempos que los ovinos dedican a la alimentación y a la rumia. En lugares con disposición de árboles los animales dedican más horas a caminar para poder alimentarse sin disponer de momentos prolongados para descansar y rumiar, en cambio, los animales con escasa o nula vegetación que los provea de sombra permanecen descansando y rumiando por largos periodos de tiempo. Desde luego esto influye en la actividad ruminal y podría tener un efecto similar en los sistemas de estabulación donde existan factores de estrés calórico, aun cuando exista disposición de sombra (*Arnold et al., 1978; Serrano et al., 2022*).

En la semana tres los corderos de ambos tratamientos mostraron una ligera actividad ruminal que posteriormente fue en aumento, a pesar de que se espera que la actividad ruminal en corderos inicie a partir de los 30 días de vida (*González, 2018*) para que eventualmente a los 3 meses de edad se pueda considerar que el retículo-rumen es funcional con un 64% de desarrollo (*Shimada, 2018; González, 2018*). En razas de pelo como la Santa Inés, cuando los corderos alcanzan los 15

Kg de peso vivo tienen un desarrollo ruminal completo (*Geraseev et al.,2008*), a esto también se añade el manejo en los métodos previos y durante el destete (*Freitas-de-Melo & Ungerfeld, 2016*), así como el *creep feeding* que otorga resultados superiores en la ganancia de peso y en el desarrollo ruminal en comparación con el tipo de alimentación convencional (*Martínez et al.,2019; Yildirim et al, 2023*).

X CONCLUSIONES

El techo tipo invernadero causó incremento en la frecuencia cardiaca, la frecuencia respiratoria y la temperatura rectal de las ovejas alojadas en él; por lo que el techo tipo invernadero es causante de estrés fisiológico en las ovejas que ahí se alojan. No obstante, el tiempo de llenado capilar así como los movimientos ruminales no mostraron diferencias entre ovejas lactantes y sus corderos en ambos tipos de techo. Por otro lado, los corderos lactantes (T3 y T4) presentaron mayor resistencia al aumento de temperatura corporal inducida por el tipo de techo en comparación a sus madres (T1 y T2), posiblemente tal resultado se deba al enriquecimiento nutricional que les provee la leche durante la lactación. De acuerdo con lo anterior se recomienda que en la producción de ovinos no se utilice el techo tipo invernadero ya que es una fuente de estrés inevitable, haciendo énfasis en el estrés calórico, del que ya se ha demostrado que impacta negativamente en los eventos reproductivos y en la ganancia de peso, especialmente en el ganado destinado al abasto o cebo.

XI BIBLIOGRAFÍA

- Abdelnour, S. A., Abd El-Hack, M. E., Khafaga, A. F., Arif, M., Taha, A. E., & Noreldin, A. E. (2019). Stress biomarkers and proteomics alteration to thermal stress in ruminants: A review. *Journal of Thermal Biology*, 79, 120-134. doi:10.1016/j.jtherbio.2018.12.013
- Alves, M., Asbell, P., Dogru, M., Giannaccare, G., Grau, A., Gregory, D., Stapleton, F. (2023). TFOS lifestyle report: Impact of environmental conditions on the ocular surface. *Ocular Surface*, 29, 1-52. doi:10.1016/j.jtos.2023.04.007
- Animal Health Australia. (2014). Australian Animal Welfare Standards and Guidelines-Sheep [Documento en pdf]. Recuperado de www.animalwelfarestandards.net.au
- Aranda Melo, B., Herrera Barrera, N. A., Rojas Rojas, J. F., y López Díaz, C. A. (2019). La ovinocultura social en México: características e importancia. *Revista Académica: Ciencia Animal*, 17, 263–266.
- Arango Ríos, L. F., y Hernández Castro, Y. (2022). Adaptación de un protocolo para la valoración del bienestar animal en sistemas de producción ovina en Cundinamarca (Doctoral dissertation).
- Arnold, G.W. and Dudzinski, M.L. (1978). Ethology of free-ranging domestic animals. *Ann. Zootech.* 21:5
- Ayala, W., Magallanes, J., y Paiva, M. (2014). Algunos factores que inciden en la performance y comportamiento de corderos durante el verano. Autores: Horacio Saravia.
- Barragán Sierra, A., Avendaño-Reyes, L., Hernández Rivera, J. A., Vicente-Pérez, R., Correa-Calderón, A., Mellado, M., y Macías-Cruz, U. (2021). Termorregulación y respuestas reproductivas de carneros bajo estrés por calor. Revisión. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 12(3), 910-931.

- Bernaldez Cid-Del Prado, C. (2021). Percepción de consumidores en la calidad de la barbacoa de carne de ovino del valle de Toluca, Estado De México.
- Blanco-Penedo, I., Cantalapiedra, J., y Llonch, P. (2020). Impacto del cambio climático sobre el bienestar animal en los sistemas ganaderos. *Información Técnica Económica Agraria*, 116(5).
- Bobadilla-Soto, E. E., Ochoa-Ambriz, F., y Perea-Peña, M. (2021). Dinámica de la producción y consumo de carne ovina en México 1970 a 2019. *Agronomy Mesoamerican*, 963-982.
- Boissy, A., Fisher, A. D., Bouix, J., Hinch, G. N., & Le Neindre, P. (2005). Genetics of fear in ruminant livestock. *Livestock Production Science*, 93(1), 23-32.
- Bokharaeian, M., Toghdory, A., & Ghoorchi, T. (2023). Effects of dietary curcumin nano-micelles on growth performance, blood metabolites, antioxidant status, immune and physiological responses of fattening lambs under heat-stress conditions. *Journal of Thermal Biology*, 114 doi:10.1016/j.jtherbio.2023.103585
- Buddle, E. A., Bray, H. J., & Ankeny, R. A. (2023). Values of australian meat consumers related to sheep and beef cattle welfare: What makes a good life and a good death? *Food Ethics*, 8(1) doi:10.1007/s41055-022-00114-2
- Cáceres Gómez, K., & Bravo Martínez, V. (2021). Evaluación del desarrollo y comportamiento de corderos nacidos de ovejas esquiladas al día 110 de la gestación y sometidas a dos planos nutricionales.
- Calderón Cabrera, J. (2020). Modelos de negocios en producción de ovinos para carne en el Estado de México.
- Calderón-Cabrera, J., Santoyo-Cortés, V. H., Martínez-González, E. G., y Palacio-Muñoz, V. H. (2022). Modelos de negocio para la producción de ovinos en el nororiente y centro del Estado de México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 13(1), 145-162.

- Calefi, A., Quinteiro-Filho, W., Ferreira, A., & Palermo-Neto, J. (2017). Neuroimmunomodulation and heat stress in poultry. *World's Poultry Science Journal*, 73(3), 493-504. doi:10.1017/S0043933917000472
- Cartwright, S. L., Schmied, J., Livernois, A., & Mallard, B. A. (2022). Effect of in-vivo heat challenge on physiological parameters and function of peripheral blood mononuclear cells in immune phenotyped dairy cattle. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 246 doi:10.1016/j.vetimm.2022.110405
- Castellano Saavedra, G. (2022). Esquila preparto en ovinos: una revisión sobre sus usos y beneficios en la producción ovina.
- Castillo-Trujillo, O., Santos-Ricalde, R., & Camara-Sarmiento, R. (2020). Effect of stocking density on behaviour and productive performance in growing lambs: Efecto de la densidad de población sobre la conducta e indicadores productivos en corderos. *Agroproductividad*, 13(8), 25-31.
- Cerón Ponce, M. G. (2022). Producción, historia y tipos de infraestructura de la ovinocultura en el Estado de Hidalgo.
- Clubb, R., & Mason, G. (2004). Pacing polar bears and stoical sheep: Testing ecological and evolutionary hypotheses about animal welfare. *Animal Welfare*, 13(S1), S33-S40. doi:10.1017/S0962728600014354
- Collins, E. B., & Blackie, N. (2021). The impacts of waterproof insulated jackets on lamb performance on a uk lowland farm. *Animals*, 11(1), 1-9. doi:10.3390/ani11010217
- De la Cruz Gamboa, S. A. (2020). Desarrollo de un sistema electrónico para registro cardiovascular y temperatura auricular, auxiliar en la determinación del estrés calórico en ovinos.
- Deepthi, S., Suseelamma, D., Kumar, D. P., Saradadevi, S. S., & Subhadradevi, V. (2016). Comparative study of formation of circle of Willis in human and sheep brain. *Journal of the Anatomical Society of India*, 65, S16-S19.

- Estevez-Moreno, L. X., Sanchez-Vera, E., Nava-Bernal, G., Estrada-Flores, J. G., Gomez-Demetrio, W., & Sepúlveda, W. S. (2019). The role of sheep production in the livelihoods of mexican smallholders: Evidence from a park-adjacent community. *Small Ruminant Research*, 178, 94-101. doi:10.1016/j.smallrumres.2019.08.001
- Fahad, S., Nguyen-Anh, T., To-The, N., Nguyen-Thi-Lan, H., Nassani, A. A., & Haffar, M. (2023). A study evaluating the extrinsic and intrinsic determinants of farmers' adoption of climate change adaptation strategies: A novel approach for improving farmers' health. *One Health*, 16 doi:10.1016/j.onehlt.2023.100501
- Flores Alvario, T. M. (2023). Manejo sanitario en la producción de rumiantes menores (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2023).
- Fraser, D., Kharb, R. M., McCrindle, C., Mench, J., da Costa, M. P., Promchan, K., Song, W. 2009. Creación de capacidad para la implementación de buenas prácticas de bienestar animal; informe Capacity building to implement good animal welfare practices; report. In Reunión de Expertos de la FAO30 Set-3 Oct 2008 Roma (Italia) (No. FAO 636.0832 R444). FAO, Roma (Italia). http://www.fao.org/docrep/pdf/012/i0483s/i0_483s00.pdf
- Freitas-de-Melo, A., & Ungerfeld, R. (2016). Destete artificial en ovinos: respuesta de estrés y bienestar animal. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7(3), 361–375. <https://doi.bibliotecabuap.elogim.com/10.22319/rmcp.v7i3.4215>
- Gaviria, S. M., Úsuga-Monroy, C., Colorado, N. R., Vergara, C. C. G., Franco, V. H. H., Garcés, T. A. M., ... & Herrera, A. L. (2023). Aplicaciones de biotecnología y bioinformática en diferentes áreas de la producción animal. Universidad Nacional de Colombia.
- Geraseev, L. C., Perez, J. R. O., Pedreira, B. C., Quintão, F. A., & Oliveira, R. P. (2008). Effects of pre and postnatal nutritional restriction on visceral mass

- growth of Santa Ines lambs. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 60, 960-969.
- Ghezzi, M. D., Napolitano, F., Casas-Alvarado, A., Hernández-Ávalos, I., Domínguez-Oliva, A., Olmos-Hernández, A., & Pereira, A. M. (2024). Utilization of Infrared Thermography in Assessing Thermal Responses of Farm Animals under Heat Stress. *Animals*, 14(4), 616.
- González, C., Civit, D., Díaz, M., Faverio, I., & Lamboglia, M. *Vet. Arg.-Vol. XXX-Nº 299-Marzo 2013*.
- González, J.M., Bello, J.M., Rodríguez, M., Navarro, T., Lacasta, D., Fernández, A., De las Heras, M. 2016. Lamb feedlot production in Spain: Most relevant health issues. *Small Ruminant Research*. 142: 83–87. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.02.020>
- González, M. A. (2018). *Metodología diagnóstica de ovinos y caprinos*. Ciudad de México, México: Trillas. 288 p.
- Hall, J. E. (2021). *Guyton & Hall. Tratado de fisiología médica*. Elsevier Health Sciences.
- Hernández-Marín, J. A., Valencia-Posadas, M., Ruíz-Nieto, J. E., Mireles-Arriaga, A. I., Cortez-Romero, C., y Gallegos-Sánchez, J. (2017). Contribución De La Ovinocultura Al Sector Pecuario en México. *Agro Productividad*, 10(3), 87–93.
- Heyden, L. (2014). Hyperthermia. In D. Young & O. Olutoye (Eds.), *Handbook of Critical Incidents and Essential Topics in Pediatric Anesthesiology* (pp. 100-101). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781107415652.047
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. *Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Cuapiaxtla de Madero*,

Puebla.https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21038.pdf

IPCC 2021: Summary for policymakers. Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. In: MassonDelmotte V, Zhai P, Pirani A, Connors SL, Péan C, Berger S, Caud N, Chen Y, Goldfarb L, Gomis MI, Huang M, Leitzell K, Lonnoy E, Matthews JBR, Maycock TK, Waterfeld T, Yelekçi O, Yu R, and B. Zhou, eds. Cambridge: Cambridge University Press; 2021. pp. 3–32.

Klein, B. G. (2020). Cunningham. Sexta edición. Elsevier. 2479p.

Lins, L. B. (2020). Ovinocultura: bem-estar e seu impacto na produção animal (Bachelor's thesis, Brasil).

Lowe, T., Cook, C., Ingram, J., & Harris, P. (2005). Changes in ear-pinna temperature as a useful measure of stress in sheep (*Ovis aries*). *Animal Welfare*, 14(1), 35-42. doi:10.1017/S0962728600028906

Martínez González, S., Aguirre Ortega, J., Gómez Danés, A. A., Ruíz Félix, M., Lemus Flores, C., Macías Coronel, H., & Ramírez Lozano, M. H. (2010). Tecnologías para mejorar la producción ovina en México. CONACYT.

Martínez, E., Yáñez, E. A., Quintana, C. F., y Fernández, J. A. (2019). Evaluación del desarrollo ruminal de corderos lanados y corderos media sangre Santa Inés faenados a diferentes pesos. *Revista Veterinaria*, 30(2), 21–30.

Martínez, J. R. 4.1 ANTECEDENTES DE LA OVINOCULTURA EN MÉXICO. https://fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_4_ovinos.pdf

Mascarenhas, N. M. H., Furtado, D. A., de Souza, B. B., de Sousa, O. B., da Costa, A. N. L., Feitosa, J. V., ... & Dornelas, K. C. (2023). Morphology of coat and skin of small ruminants reared in the Brazilian semi-arid region. *Journal of Thermal Biology*, 112, 103418.

- Mellor, D. J. (2016). Updating animal welfare thinking: Moving beyond the “Five Freedoms” towards “a Life Worth Living”. *Animals*, 6(3), 21. doi: 10.3390/ani6030021
- Mondragón-Ancelmo, J., García-Hernández, P., Gómez-Tenorio, G., Del Campo-Gigena, M., & Napolitano, F. (2019). Indicadores de bienestar animal: Acercamiento desde pequeñas unidades de producción de ovinos bajo un sistema semiintensivo. *Investigación y Ciencia*, 27(78), 5-13.
- Moseley, G., & Axford, R. (1973). The effect of stress on the redistribution of calcium in sheep. *The Journal of Agricultural Science*, 81(3), 403-409. doi:10.1017/S0021859600086433
- Muhammad, M., Stokes, J. E., Morgans, L., & Manning, L. (2022). The social construction of narratives and arguments in animal welfare discourse and debate. *Animals*, 12(19) doi:10.3390/ani12192582
- Muñoz-Osorio, G. A., Aguilar-Caballero, A. J., & Cámara-Sarmiento, R. (2019). Influencia del tipo de alojamiento sobre el comportamiento productivo y bienestar de corderos en sistemas de engorda intensivos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22, 1-11.
- Nicolás López, P. (2019). Efecto de época del año (verano vs invierno) en variables fisiológicas de corderos en engorda en una región árida.
- Nicolás-López, P., Macías-Cruz, U., Correa-Calderón, A., Mellado-Bosque, M. A., Díaz-Molina, R., & Avendaño-Reyes, L. (2021). Ajustes asociados a la aclimatación y estrés oxidativo en ovinos bajo estrés calórico: una revisión. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria*, 117(5), 494-512.
- Pantoja, M. H. D. A., Campos, J. C. D., Almeida, D. H. S. D., Negrão, J. A., Mourão, G. B., Pereira, A. M. F., & Titto, C. G. (2023). Influence of successive heat waves on the thermoregulatory responses of pregnant and non-pregnant ewes. *Journal of Thermal Biology*, 111 doi:10.1016/j.jtherbio.2022.103420

- Pérez, R. V., Macías Cruz, U., Avendaño Reyes, L., Correa-Calderón, A., López Baca, M. D. L. Á., & Lara Rivera, A. L. (2020). Impacto del estrés por calor en la producción de ovinos de pelo. Revisión. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 11(1), 205-222.
- Rivera, A. L. L., Parra-Bracamonte, G. M., Flores-Garibay, R., Vázquez-Armijo, J., Martínez-González, J., Magaña-Monforte, J. G., & Moreno-Medina, V. (2024). Caracterización de los sistemas de producción de ovinos de pelo en Baja California, México. *Revista Bio Ciencias*, 11.
- Robles Neira, L. C. (2020). Plan de negocios para la creación de una empresa productora y comercializadora de ovinos en pie para sacrificio, ubicado en el municipio de San Cayetano (Cundinamarca). Universidad Santo Tomas Decanatura de división abierta y a distancia especialización en gerencia de empresas agropecuarias Bogotá D.C
- Romero Peñuela, M. H., Barrero Melendro, J., Hernandez, R. O., & Correa, C. A. (2024). Cartilla: protocolo bienestar animal en producciones ovinas.
- Saavedra Buenrostro, O. R. (2019). Comportamiento productivo, características de la canal y calidad de la carne de corderos engordados en verano e invierno.
- Samir, H., ElSayed, M. I., Radwan, F., Hedia, M., Hendawy, H., Hendawy, A. O., Watanabe, G. (2023). An updated insight on testicular hemodynamics: Environmental, physiological, and technical perspectives in farm and companion animals. *Veterinary Research Communications*, 47(2), 323-345. doi:10.1007/s11259-022-10022-9
- Sanmiguel Plazas, R. A., & Díaz Ávila, V. (2011). Mecanismos fisiológicos de la termorregulación en animales de producción.
- Serrano, J. O., Martínez-Melo, J., Herrera, M., Villares, A., Manuel, F. D., Fonseca, N., & Lorenzo, J. C. (2022). Effect of natural shade on the grazing behavior of breeding ewes from Pelibuey breed. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 56(1), 1–12

- Shimada, A. (2018). *Nutrición animal*. México, México: Trillas
- Smith, B. P. (2010). *Medicina interna de grandes animales*. Cuarta Edición. Traducido por GEA consultoría editorial S.L. Elsevier. Madrid, España. 1868 p.
- Szorobura, F. A., Lynch, G. M., Simonetti, L., Ghibaudi, M., Mc Cormick, M., & Arioni, J. M. (2022). Bienestar Animal: estrés al destete en ovinos. *Revista Científica y Técnica Agropecuaria, Agroindustrial y Ambiental*, 9(1).
- Titto, C. G., Veríssimo, C. J., Pereira, A. M. F., Geraldo, A. D. M., Katiki, L. M., & Titto, E. A. L. (2016). Thermoregulatory response in hair sheep and shorn wool sheep. *Small Ruminant Research*, 144, 341-345. doi:10.1016/j.smallrumres.2016.10.015
- Vera Herrera, I. Y. (2019). *Comportamiento y bienestar de ovejas gestantes alojadas en dos diferentes superficies (M2) por animal en corral (Master's thesis)*.
- Verma, N., Alyethodi, R. R., Kathuria, A., Alex, R., Hussain, S., Singh, U., . . . Prakash, B. (2020). Effect of heat stress on superoxide anion production in native and crossbred cattle under in vitro whole blood culture model. *Journal of Thermal Biology*, 87 doi:10.1016/j.jtherbio.2019.102457
- Vinet, A., Mattalia, S., Vallée, R., Bertrand, C., Cuyabano, B. C. D., & Boichard, D. (2023). Estimation of genotype by temperature-humidity index interactions on milk production and udder health traits in montbeliarde cows. *Genetics Selection Evolution*, 55(1) doi:10.1186/s12711-023-00779-1
- Yildirim, F., Kesen, A. O., & Varalan, A. (2023). The comparative effect of creep and conventional feeding methods on growth performance and oxidative stress markers in Akkaraman lambs. *Tropical Animal Health and Production*, 55(6). <https://doi.bibliotecabuap.elogim.com/10.1007/s11250-023-03804-z>
- Zhao, L., Wu, Z., Zhao, X., Liu, A., Li, X., Li, Y., . . . Sun, X. (2022). Effects of reflective film on growth performance, nutrient apparent digestibility and blood physical and chemical indexes in fattening lambs. [反光膜对育肥羔羊生

长性能、养分表观消化率及血液理化指标的影响] Chinese Journal
of Animal Nutrition, 34(9), 5974-5983. doi:10.3969/j.issn.1006-
267x.2022.09.050