



**Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

Programa de Especialidad en Producción ovina



UNIDAD DE APRENDIZAJE: PROYECTO TERMINAL II

TRABAJO FINAL

**Evaluación de estrés en ovinos durante la matanza empleando dos métodos
de insensibilización en el municipio de Capulhuac de Mirafuentes**

P R E S E N T A

MVZ LIZBETH GUADALUPE VERDUZCO LEON

TUTOR ACADÉMICO:

Dra. MARIA ANTONIA MARIEZCURRENA BERASAIN

ASESOR:

DRA. GISELA VELÁZQUEZ GARDUÑO

Toluca, México. Junio de 2022



Evaluación de estrés en ovinos durante la matanza empleando dos métodos de insensibilización en del municipio de Capulhuac de Mirafuentes.

Verduzco León L.G.¹; Mariezcurrena Berasain M.A²; Velázquez Garduño G³.

¹ Estudiante del Programa de la Especialidad en Producción Ovina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UAEMex

² Profesor. NAB, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UAEMex.

³ Profesor. Universidad Tecnológica del Valle de Toluca.

Resumen

De los factores estresantes previo a la matanza, la insensibilización es el último manejo al cual es sometido el animal. La insensibilización tiene como fin lograr que el animal pierda la conciencia, su efectividad puede ser evaluada a través de indicadores sanguíneos medidos en el degüelle. Por lo tanto el objetivo del siguiente trabajo fue evaluar los indicadores sanguíneos del estrés por efecto de dos métodos de insensibilización usados en los centros de matanza del municipio de Capulhuac de Mirafuentes. Se utilizaron 14 ovinos con peso <50 kg, machos de raza de pelo o encanastados divididos en dos grupos (ME) método eléctrico y (MP) método de puntilla, se tomaron muestras sanguíneas al degüelle para analizar en términos de glucosa, albumina, proteínas totales, creatina quinasa y hematocrito. Para el análisis de los resultados se utilizó estadísticas descriptivas y las diferencias por grupo se analizaron con la prueba T de Student. Dentro de los parámetros evaluados no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) para los indicadores sanguíneos de ambos métodos. Sin embargo, se encontró niveles de hipoglucemia y de hiperproteinemia para ambos grupos ME 2.94 mmol/L y 2.9 mmol/L para MP y ME 83.71 g/L y MP 86.57 g/L respectivamente. En conclusión los indicadores sanguíneos del estrés no se vieron afectados por el método empleado de insensibilización en ovinos faenados en el Municipio de Capulhuac.

Palabras Claves: Estrés, insensibilización, Indicadores sanguíneos, ovinos



INDICE

I. INTRODUCCIÓN	4
II. ANTECEDENTES	5
2.1 MÉTODOS DE ATURDIMIENTO.....	5
2.2 EVALUACION DEL ESTRÉS.....	9
2.3 INDICADORES SANGUÍNEOS DEL ESTRÉS	15
III. JUSTIFICACIÓN.....	21
IV. HIPÓTESIS.....	22
V. OBJETIVOS.....	23
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	24
VII. RESULTADOS	27
VIII. DISCUSIÓN	29
IX. CONCLUSIÓN.....	29
X. LITERATURA O BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.	30



I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el Bienestar Animal ha tenido un creciente interés sobre los animales de producción, enfocándose en la crianza y el manejo pre matanza, ya que este último puede generar altos niveles de estrés perjudicando la calidad del producto (Muñoz et al., 2012).

De los factores estresantes previo a la matanza, la insensibilización es uno de ellos ya que este es el último manejo al cual es sometido el animal. La insensibilización tiene como fin lograr que el animal pierda la conciencia. De acuerdo a los estándares internacionales en los procesos de matanza de los animales se deben evitar al máximo el sufrimiento y dolor. En México, está presente NOM-033-ZOO/SAG-2014, Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. Establece los métodos de insensibilización y de matanza, con el fin de disminuir el sufrimiento y el miedo de los animales. Actualmente esta norma reconoce dos métodos de aturdimiento empleado en ovinos; pistola de perno cautivo de penetración y electro insensibilización (Figuroa, *et al*, 2011). La puntilla es otra técnica tradicional empleada como insensibilización la cual no está normada, sin embargo es la más empleada en las rutas de matanza domiciliaria.

La efectividad de la insensibilización puede ser evaluada a través de indicadores sanguíneos como el cortisol, glucosa, hematocrito, lactato entre otros medidos en la sangría (Gallo y Tadich, 2008). Por tal motivo, el propósito del presente trabajo es evaluar los indicadores sanguíneos del estrés por efecto de dos métodos de insensibilización usados en los centros de matanza del municipio de Capulhuac de Mirafuentes.



II. ANTECEDENTES

En México, el faenado o matanza de los animales domésticos para consumo humano, en general se realiza en tres tipos de establecimientos: rastros o mataderos municipales (centros operados administrativamente por los municipios y regulados por la Secretaría de Salud); los Rastros Tipo Inspección Federal (conocidos como Rastros TIF) operados por la Secretaría de Desarrollo Rural (SADER), y los particulares (tienen una operación similar al rastro TIF) y por otro lado se encuentra los rastros no registrados, quienes operan en la clandestinidad (Villanueva y De Aluja, 1998).

En los rastros municipales generalmente se apegan a las normas que existen en el gobierno de cada municipio y de la entidad federativa correspondiente. Muchos de ellos emplean como referente la Norma Oficial Mexicana. NOM-033-ZOO-2014, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres; sin embargo, en muchos de ellos no se cumple la normatividad internacional en términos de Salud y Bienestar de los Animales debido a la falta de infraestructura y problemas de operatividad. Quizás, el proceso más aceptable en cumplimiento de la norma nacional e internacional se ejerce en los rastros TIF, debido a que es un requisito de calidad e inocuidad a nivel Nacional e Internacional debido a las buenas practicas ante- mortem (Villanueva y De Aluja, 1998).

2.1 MÉTODOS DE ATURDIMIENTO

El Código Sanitario para los Animales Terrestres dedica en su capítulo 7.5 al sacrificio de animales para consumo humano del año 2011. Menciona que cuando los animales se desean faenar con el fin de satisfacer los requerimientos alimenticios de la humanidad es indispensable tratarlos éticamente, usando métodos que no causen dolor, previo a su muerte. El método de aturdimiento seleccionado deberá ser el apropiado para producir la pérdida inmediata del conocimiento y que persista hasta la muerte, y con ello evitar cualquier sufrimiento



durante el desangrado. De igual manera poder ofrecer al operario mayor seguridad al facilitar el manejo del animal durante el desangrado. En corderos, el método de aturdimiento más utilizado es el eléctrico y en menor proporción el mecánico (Rodríguez *et al.*, 2009, Figueroa *et al.*, 2011).

2.1.1 Aturdimiento eléctrico

Este método genera una descarga eléctrica en el cerebro produciendo un ataque epiléptico durante el cual el animal queda inconsciente. Los electrodos deben colocarse abarcando el cerebro y con un voltaje >200 voltios, aplicado por >3 segundos cause una pérdida de conocimiento inmediata. Las pinzas de aturdimiento usadas en cerdos, ovinos, caprinos y terneros deben tener electrodos que contengan dos filas paralelas afiladas para penetrar las capas exteriores de la piel, y asegurar los electrodos no resbalen después del primer contacto (FAO, 2004).

Existen dos métodos de noqueo eléctrico el reversible y el irreversible; el primero produce una insensibilización mediante la aplicación de dos electrodos en la cabeza (solo cabeza); y aquel que se agrega un tercer electrodo aplicado al cuerpo, causando insensibilización, paro cardiaco y muerte (irreversible). Un mal suministro en la frecuencia del voltaje y la onda causan problemas en la calidad de la carne, provocando petequias, hematomas y huesos rotos (H.S.A., 2013; Acevedo *et al.*, 2016).

Cuando se realiza un aturdimiento eléctrico efectivo se presentan dos fases: la tónica y clónica.

Fase tónica (duración de 10-12 segundos): el animal se colapsa y se vuelve rígido; no hay respiración arrítmica; patas anteriores extendidas y posteriores flexionadas hacia el cuerpo.

Fase clónica (duración 20-35 segundos): relajación gradual de los músculos, pataleo incontrolado; girado del ojo, parpadeo, salivación, micción y/o defecación. Si no se realiza la muerte del animal posterior a la fase clónica se retornar la



respiración rítmica y la recuperación subsecuente del animal. (H.S.A., 2013; FAO, 2004).

La corriente mínima recomendada para se muestra en la siguiente tabla 1. El equipo de aturdimiento deberá contar con un dispositivo de control que indique la tensión “cuadrado medio de la raíz” RMS por sus siglas en inglés (tensión efectiva) y la corriente RMS aplicada (corriente efectiva). Este dispositivo deberá ser usado por personal capacitado y competente, sin otro fin que no sea el de aturdir (FAO, 2004).

Tabla 1 Niveles mínimos de corriente para el aturdimiento solo en la cabeza

<i>Especies</i>	Niveles mínimos de corriente para el aturdimiento solo en la cabeza
<i>Bovinos</i>	1.5 amps ¹
<i>Terneros (< de 6 meses de edad)</i>	1.0 amps
<i>Cerdos</i>	1.25 amps
<i>Ovinos y caprinos</i>	1.0 amps
<i>Corderos</i>	0.7 amps
<i>Avestruces</i>	0.4 amps

Fuente: OIE Código Sanitario Terrestre, 2021.

¹ amps=amperios

2.1.2 Aturdimiento mecánico

El objetivo de este método es administrar un severo golpe en la cabeza del animal seguido de la pérdida de la conciencia. El golpe produce una conmoción cerebral, el cual produce un cambio en la presión intracraneal, provocando la despolarización de las neuronas del sistema nervioso central (SNC). Se usan dispositivos de aturdimiento mecánico (pistolas de embolo oculto [CBGs]), las penetrantes y no penetrantes. Cuando se usa un dispositivo penetrante produce dos tipos de efectos. Cuando el embolo impacta el cráneo causa interrupción de la actividad cerebral y por consiguiente pérdida de la conciencia y el daño físico producido cuando el



Programa de Especialidad en Producción ovina

embolo entra al cerebro. Los elementos requeridos para el aturdimiento son la posición del golpe (posición de tiro) y la cantidad de energía transferida al cerebro del animal (fuerza de impacto) (FAO, 2004).

En el caso de los ovinos que tienen cornamenta el embolo se posiciona en la línea media, detrás de la cresta entre los cuernos y se dirige hacia la base de la lengua el desangrado deberá realizarse dentro de 15 segundos. Para ovinos sin cuernos el dispositivo deberá colocarse en el punto más alto de la cabeza y dirigirse verticalmente figura 1. Los indicadores de un aturdimiento eficaz son: el animal se colapsa inmediatamente; los ojos permanecen fijos, no hay reflejo corneo; no hay respiración rítmica (FAO, 2004).

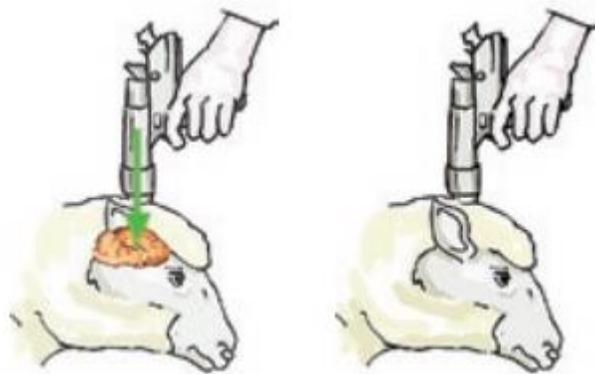


Figura 1 Aturdimiento con émbolo en ovinos.

Fuente: FAO, 2004.

2.1.3 Descabello o puntilla

Es el proceso de destrucción del tejido nervioso en la región del tallo cerebral para asegurar la muerte del animal. Se realiza insertando una puntilla lesionando el bulbo raquídeo al introducirse en la articulación occipito-atloidea, produciendo parálisis motora, pero no hay pérdida inmediata de la conciencia, quedando íntegras las facultades cerebrales por lo cual el animal es capaz de percibir el dolor. Es un método económico, tradicional el cual se requiere de habilidad para realizarlo. Apuntillar animales no aturdidos no es método aceptable de matanza y es inhumano (Pozo, 1996, SADER, 2011).



De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO/SAG-2014 Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres, en su capítulo 5. Manejo durante el aturdimiento y la matanza de los animales domésticos y silvestres destinados para abasto de alimentos (Métodos de aturdimiento y matanza por especie). Señala que para los ovinos, caprinos y venados de abasto la insensibilización se debe de utilizar un pistolete de perno cautivo de penetración del calibre y cartucho recomendados por el fabricante, según la edad y peso del animal. El sitio de aplicación del pistolete debe ser aplicado en la parte media sobre el hueso occipital con dirección a la laringe.

Método de electro insensibilización. Se debe de realizar por medio de la colocación de las pinzas (electrodos), las cuales deben ser de acero inoxidable y con dientes atraumáticos, una debajo de cada oreja del animal.

Muerte por desangrado, la matanza se realiza por desangrado, cortando las yugulares y carótidas. Tiempo menor a 20 segundos en electroaturdimiento y 30 segundos al aturdimiento por pistola.

2.2 EVALUACION DEL ESTRÉS

2.2.1 BIENESTAR ANIMAL

El bienestar animal se puede definir como un estado completo de bienestar físico, de salud, confort, alojamiento y de comportamiento de los animales, en donde mediante mecanismos biológicos reacciona a los problemas del medio pudiéndose adaptar positivamente y en armonía con su medio ambiente (Bolado *et al.*, 2013; Miranda, 2008).

Un animal se encuentra en bienestar animal si se encuentra sano, cómodo, con adecuada alimentación, si expresa su comportamiento en ausencia de dolor, miedo o desasosiego (Gómez, 2016). Su valoración abarca aspectos fisiológicos, comportamentales, estado mental del animal y su entorno físico y social. Los indicadores del BA son objetivos y medibles por parámetros:



- Indicadores de comportamiento, son cambios relacionados con la respuesta al estrés.
- Indicadores sanitarios, son procesos que causan dolor y enfermedades de origen multifactorial.
- Indicadores zootécnicos, variabilidad en la producción debido a un estrés crónico.
- Indicadores fisiológicos, son aquellos que sirven para el funcionamiento del sistema nervioso e inmunológico (cortisol, glucosa, hematocrito, lactato) (Vera *et al.*, 2019).

2.2.2 FISILOGIA DEL ESTRÉS

El estrés se define como la acción de estímulos nerviosos y emocionales provocados por el ambiente sobre los sistemas nervioso, endocrino, circulatorio y digestivo de un animal, produciendo cambios medibles en los niveles funcionales de estos sistemas, alterando la homeostasis interna induciendo cambios en la actividad del sistema nervioso autónomo y el eje hipotálamo-pituitario-adrenocortical- HPA (Broom, 2005). La presencia o ausencia de estrés son indicadores del Bienestar Animal, la evolución de las especies ha permitido que desarrollen mecanismos fisiológicos y comportamentales para enfrentar el estrés(Odeón y Romera, 2017).

Se habla de dos tipos de estrés el eustrés y el diestrés, cada uno con sus particularidades, el eustrés es la respuesta fisiológica a corto plazo que permite al animal enfrentarse al estímulo estresante, poniendo en marcha un patrón de comportamiento adecuado e intentando resolver la demanda energética generada, cuando supera el factor estresante considerado como una amenaza, se desactiva la respuesta de estrés y se adapta al evento estresante. Por otro lado, el diestrés es la forma perjudicial del estrés este se lleva a cabo cuando no hay mecanismos para neutralizar al desencadenante, suele ocurrir cuando el animal no tiene control



sobre la situación y no puede predecir lo que va a suceder provocando riesgos al bienestar y la vida del individuo (Koscinczuk, 2014).

El Sistema Nervioso Autónomo es el responsable de la respuesta inmediata del individuo hacia una amenaza, su activación se produce por aquellos estímulos que son percibidos por los órganos de los sentidos (receptores exteroceptivos) y receptores dentro del organismo (receptores interoceptivos) (Koscinczuk, 2014). Una vez que el sistema nervioso central percibe una amenaza se desarrolla una respuesta que combina cuatro respuestas de defensa biológica: comportamiento, sistema nervioso autónomo, inmune y neuroendocrino (Odeón y Romera, 2017).

El eje Hipotalamo-Pituitario-Adrenal (HPA) es la respuesta neuroendocrina responsable de la regulación de la secreción de glucocorticoides en la corteza adrenal, se presenta la liberación del Factor Liberador de Corticotropina (CRH) y la vasopresina en el hipotálamo, que actúan sobre la hipófisis anterior estimulando la liberación de la Hormona Adenocorticotrópica (ACTH), la cual se libera en el torrente sanguíneo para estimular la síntesis y secreción de glucocorticoides (GC), cortisol en la corteza adrenal, el índice de declinación del cortisol es de 60-90 minutos (Odeón y Romera, 2017).

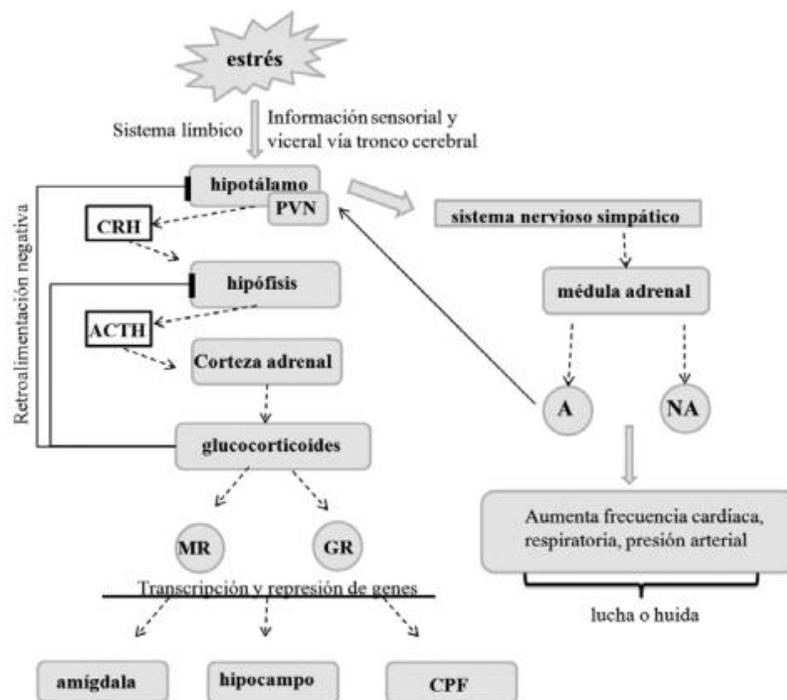
Simultáneamente, se estimula la liberación de catecolaminas (adrenalina, noradrenalina y dopamina) desde la medula adrenal, así como las hormonas tiroideas. Los GC se unen a dos tipos de receptores los mineralocorticoides y los de glucocorticoides, que se encuentran en la amígdala, el hipocampo, la corteza prefrontal y órganos periféricos regulando la transcripción y la represión de genes (Odeón y Romera, 2017; Romero *et al.*, 2011).

El cortisol aumenta la disponibilidad de energía y las concentraciones de glucosa en sangre, porque estimula la proteólisis, lipólisis, la gluconeogénesis en el hígado aumentando la síntesis de enzimas implicadas en la conversión de aminoácidos y lactato en glucosa, aumentando la movilización de los aminoácidos desde el músculo. Este cortisol puede convertirse en cortisona de menor efectividad biológica y su transformación es atribuida mediante una reacción reversible por lo que se



debe considerar a la cortisona en la retroalimentación negativa (Koscinczuk, 2014; Romero *et al.*, 2011).

Cuando se presenta el proceso de retroalimentación negativa, permite que el cortisol actúe sobre el hipotálamo y la hipófisis disminuyendo la producción de CRH y ACTH, es aquí donde el organismo intenta adaptarse o afrontar la presencia del factor estresante, donde se presenta una normalización de los niveles de corticoesteroides teniendo como resultado la desaparición del estado de estrés



Respuesta al estrés: estructuras anatómicas involucradas en la activación del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal. A: adrenalina, NA: nor-adrenalina, PVN: núcleo paraventricular, MR: receptor de mineralocorticoides, GR: receptor de glucocorticoides, CPF: corteza prefrontal.

Figura 2 Fisiología del estrés

Fuente: Odeón y Romera, 2017



2.2.3 FASES DEL ESTRÉS

La producción del estrés consta de tres fases de acuerdo con lo señalado por el Dr. Hans Selye: reacción de alarma, estado de adaptación o resistencia y fase de agotamiento.

Reacción de alarma: ante la percepción de una posible situación de estrés, el organismo empieza a desarrollar una serie de alteraciones de orden fisiológico y psicológico que lo predisponen a enfrentarse a la situación estresante (Flores, 2012).

Estado de adaptación o resistencia: cuando un individuo se expone de forma prolongada a la amenaza de agentes físicos, químicos, biológicos o sociales, el organismo, si bien prosigue su adaptación a estas demandas de manera progresiva, puede disminuir sus capacidades de respuesta volviendo al equilibrio dinámico (proceso activo mediante el cual el cuerpo responde a los eventos cotidianos para mantener la homeostasis, se denomina "alostasis") entre el medio interno y externo del individuo (Capdevila y Segundo, 2005; Flores, 2012).

Fase de Agotamiento: si el estresor se prolonga en el tiempo, se entra en esta última fase, donde surgen alteraciones relacionadas con el estrés crónico. La capacidad de defensa del organismo frente a una situación de estrés prolongado conduce a un estado de gran deterioro, con pérdida importante de las capacidades fisiológicas, psicológicas o psicosociales tienden a ser crónicas e irreversibles (Valera, 2021; Capdevilla y Segundo, 2005).

2.2.4 ESTRÉS PRE-MATANZA

El embarque, el transporte y el manejo ante mortem son las etapas que mayor estrés generan a los ovinos previos a la matanza, ya que repercute en su bienestar y la calidad de la carne, ya que puede producir carnes DFD (dry, firm, dark) provocada por una glucogenólisis excesiva previa a la matanza. Existen dos factores que afectan a la canal: la deshidratación y el hambre, en los ovinos que son trasladados a los lugares de matanza, aunado a un transporte deficiente y el tiempo de espera,



ambas tendrán un impacto en la concentración de glucógeno muscular y en los valores de pH (Bolado *et al.*, 2013).

El transporte deficiente puede generar consecuencias negativas como deshidratación, pérdida de peso corporal, hematomas, deterioro del sistema inmune y aumento de la morbilidad y mortalidad. Además de afectar su bienestar y su salud, provoca un deterioro de la calidad de la carne (Aguayo y Perdomo, 2021; Gallo, 2008)

Las contusiones son más frecuentes, estas se producen por empujones, balanceos, exceso de velocidad especialmente en las curvas, frenadas bruscas, falta de separadores, juntar categorías adultas con corderos, piso resbaladizo, presencia de elementos contundentes y lacerantes (González, *et al.*, s.f.).

El objetivo de la insensibilización es lograr que el animal pierda instantáneamente la conciencia y no la recupere antes de la sangría. Un mal noqueo y el tiempo entre el noqueo y la sangría generan sufrimiento al animal y hemorragias musculares que afectan la calidad de la carne. Entre los indicadores fisiológicos que se pueden usar para determinar los efectos de la insensibilización, son los niveles sanguíneos de cortisol, glucosa y lactato medidos en la sangría (Gallo y Tadich, 2008).

Las respuestas fisiológicas y de comportamiento de los animales ante condiciones adversas durante el manejo y el transporte afectan los siguientes indicadores fisiológicos:

Tabla 2 Indicadores fisiológicos del estrés más comunes durante el transporte.

Estresor	Variable Fisiológica
Medido en sangre y otros fluidos corporales	
Privación de alimentos	↑ FFA, ↑ β-OHB, ↓ Glucosa, ↑ Urea
Deshidratación	↑ Osmolaridad, ↑ Proteína total, ↑ Albumina ↑ PCV



Esfuerzo físico	↑ CK, ↑ Lactato
Miedo/ excitación	↑ Cortisol, ↑ PCV
Mareo por movimiento	↑ Vasopresina
Otras medidas	
Miedo/excitación y físico	↑ Frecuencia cardiaca, ↑ Variabilidad de la frecuencia cardiaca, ↑ Frecuencia respiratoria
Hipotermia/hipertermia	Temperatura corporal, temperatura de la piel

FFA= Ácidos grasos libres; β -OHB= β -hidroxibutirato; PCV= Volumen celular empaquetado (Hematocrito); CK= Creatinina Quinasa;

Fuente: Broom, 2003.

2.3 INDICADORES SANGUÍNEOS DEL ESTRÉS

2.3.1 Cortisol

Las glándulas suprarrenales juegan un papel clave en el eje hipotálamo-hipófisis-adrenocortical. Las situaciones adversas desencadenan la respuesta de la glándula suprarrenal, aumentando la secreción de glucocorticoides y/o catecolaminas (epinefrina y norepinefrina). La secreción de glucocorticoides es muy variable y pulsátil con una periodicidad de aproximadamente 90 min (bovinos y ovinos) y se sintetizan por ritmos diurnos y ultradianos. El cortisol juega un papel en el estrés agudo o crónico y es capaz de movilizar las reservas de energía a través de la conversión de glucógeno en energía (Bozzo *et al.*, 2018; Mostl, E., y Palme, 2002; Ralph y Tilbrook, 2016).

Las concentraciones de cortisol plasmático aumentan cuando los animales son expuestos a condiciones adversas (aislamiento, transporte, etc.). Los niveles de



cortisol basal plasmático ronda de 0 a 10 ng/ml. Es considerado tiempo dependiente ya que alcanza sus valores máximos entre 10 a 20 min y cuenta con vida media de 60 min (Romero *et al.*, 2011). Bianchi *et al.*, 2004, estudio los niveles de cortisol plasmático sobre el efecto del transporte y tiempo de espera en frigoríficos en corderos donde obtuvo un incremento en los niveles de cortisol plasmático donde el valor máximo lo obtuvo en el degüello.

2.3.2 Catecolaminas

La respuesta fisiológica del estrés activa el eje simpático-suprarrenal medular activando las catecolaminas adrenalina, noradrenalina y dopamina, las cuales son sintetizadas a partir del aminoácido tirosina; estas modulan el funcionamiento del sistema inmune a través de sus receptores β localizados en órganos inmunes y en los linfocitos T y B, las células asesinas naturales (NK), los monocitos y macrófagos (Gómez & Escobar, 2006; Romero *et al.*, 2011).

La liberación de estas hormonas genera una comunicación con el SNA a través del sistema simpático y parasimpático con los componentes psicofisiológicos de la emoción activando el estado de alerta. También son producidas en las terminaciones nerviosas, por lo que se consideran neurotransmisores. Estas hormonas aumentan la concentración de glucosa en sangre, facilitando un mayor nivel de energía, oxígeno, alerta, poder muscular y resistencia al dolor. También incrementa la circulación, la frecuencia respiratoria, la tensión arterial, el metabolismo, la dilatación pupilar y bronquial (Gómez y Escobar, 2006; Orlandini, 2012).

La adrenalina y noradrenalina se liberan rápidamente uno o dos segundos ante un estímulo y tiene una vida media corta (minutos), la adrenalina por su parte se relaciona con el estrés fisiológico, mientras que la noradrenalina se relaciona con actividad física del ganado. Sin embargo, ambas hormonas limitan la evaluación del estrés en el sacrificio (Romero *et al.*, 2011).



2.3.3 Glucosa

La glucosa es la principal fuente energética para los tejidos y es la única de importancia para el sistema nervioso, esta es sintetizada en el hígado y en menor medida, en músculos y riñones. Puede ser suministrada por gluconeogénesis a partir de sustratos glucogénicos como el propionato, lactato, glicerol y algunos aminoácidos. La concentración plasmática o glucemia es de 40-60 mg/dl (Relling y Mattioli, 2003; Sano *et al.*, 1999).

La acción de las catecolaminas liberadas durante la respuesta inicial del estrés, incrementan la frecuencia cardíaca y la presión sanguínea, estimulando la gluconeogénesis hepática, la cual incrementa la disponibilidad de glucosa plasmática (glicemia) en minutos. Este proceso también es producido por el cortisol y las hormonas glucagón e insulina. El organismo animal genera una respuesta al estrés donde los niveles de cortisol activan la glicolisis hepática, la gluconeogénesis e incremento del catabolismo de las proteínas libres. La utilización de la glucosa por otras células disminuye, resultando una hiperglucemia, la cual no puede ser regulada correctamente por la insulina, llevando al páncreas a un agotamiento con alteración final del metabolismo de los glúcidos (hiperglucemia de estrés) (Koscinczuk, 2014; Romero *et al.*, 2011).

2.3.4 Lactato

El lactato es un precursor gluconeogénico se puede considerar un metabolito aeróbico, utilizable por los músculos esqueléticos y el corazón. El lactato se forma a partir del piruvato durante la glucolisis mediante la deshidrogenasa láctica. Gran parte del lactato derivado de los músculos se transporta al hígado, donde se utiliza para sintetizar glucosa a través de la gluconeogénesis, después la glucosa ingresa a la circulación sanguínea y llega a los músculos para ser utilizada como metabolito en la glucolisis (ciclo de Cori) (Duarte *et al.*, 2019; Proia *et al.*, 2016).

Durante el estrés o el ejercicio se desplaza la producción neta de lactato en la glucolisis anaerobia y la disminución en la captación de lactato en el musculo interrumpiéndose la entrada del piruvato al ciclo de Krebs para la obtención de ATP



saturando el ciclo de cori. Este metabolito es usado como un indicador de actividad física, agotamiento y daño muscular, es un indicador del estrés agudo, su valor promedio plasmático es de 0.6-2.2 mmol/L (Duarte *et al.*, 2019; Romero *et al.*, 2011).

2.3.5 Creatín Fosfoquinasa (CK)

La CK es una enzima de naturaleza proteica que se encarga de catalizar la transferencia reversible de la fosfocreatina al Adenosin Difosfato (ADP) formando así Adenosin Trifosfato (ATP). Esta enzima es necesaria para el funcionamiento de las celulares musculares, cuando se presentan alguna lesión en el musculo esquelético o se presentan un ataque al corazón se eleva sus niveles plasmáticos. Los niveles basales se aumentan durante la insensibilización y la sangría (Schneider *et al.*, 1995; Zambrano *et al.*, 2019).

2.3.6 Volumen Globular Acumulado (HEMATOCRITO)

Es el porcentaje de volumen sanguíneo ocupado por los eritrocitos y un excedente de fluido; su valor depende del número y tamaño de los eritrocitos. Un aumento del volumen globular acumulado (VGA) puede deberse a dos causas, 1) al movimiento de fluidos fuera del sistema vascular, 2) por contracción esplénica debido una estimulación simpático -adrenal o el aumento de catecolaminas, teniendo como consecuencia una liberación de eritrocitos en la circulación. Los electrolito y fluidos pueden ser evaluados por el VGA, cuando se presenta un estado de estrés como lo es el transporte, el ayuno o la baja ingesta de agua se presenta una perdida excesiva de líquidos aumentando el VGA, y en consecuencia se reduce el volumen sanguíneo circulante y aumenta la concentración de la sangre. Si el VGA se encuentra en niveles muy altos su retorno a niveles basales puede durar hasta una semana, en cambio, si existe un estrés crónico el VGA aparece disminuido. El valor del hematocrito en ovinos esta entre 27-45% (Alvarado, 1999; Sierra, 2019).



2.3.7 β hidroxibutirato (β -HBA)

El β - hidroxibutirato forma parte de los cuerpos cetónicos junto con el aceto- acetato y la acetona, estos cuerpos cetónicos son moléculas derivadas de lípidos sintetizadas en el hígado que pasan a la circulación sanguínea para llegar a diferentes tejidos, para ser transformados en las mitocondrias en acetil-CoA. Cuando existe un periodo de ayuno se presenta una adaptación metabólica en el cerebro donde se disminuye la utilización de glucosa y se aumenta el uso de cuerpos cetónicos. La falta de alimentación en el transporte genera un aumento del β -HBA en los niveles sanguíneos. Su valor en ovinos es < 0.71 mmol/l (Alvarado, 1999; Cal, *et al.*, 2011; Mendoza, 2006; Newman y Verdin, 2014).

2.3.8 Albumina

La albumina es una proteína plasmática que se localiza en el espacio extravascular, es una proteína hidrosoluble. Es sintetizada en los ribosomas unidos al retículo endoplásmico de los hepatocitos, su vida media es de 12 a 20 días y su tasa de renovación es de 12 a 15 g/día. Las funciones que desarrolla son las relacionadas con el mantenimiento de la presión osmótica coloidal, facilita el metabolismo y la desintoxicación de diversas sustancias (bilirrubina, metales, ácidos grasos libres) y potencia la eliminación de los radicales libres. En situaciones de estrés se presenta una hipoalbuminemia, disminuyendo las concentraciones de albumina plasmáticas, si persiste las condiciones estresantes el nivel sérico ira decreciendo hasta llegar a valores muy bajos (Gazzaneo *et al.*, 2005; Hankins, 2008).

2.3.9 Proteínas totales

Las proteínas son polímeros complejos de aminoácidos que producen las células vivas. La función es mantener la presión osmótica coloidal del plasma, evitado que se genere una pedida de líquidos hacia los tejidos. El contenido de proteínas dependerá del estado nutricional, funcionamiento hepático, renal y metabólico. El



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Programa de Especialidad en Producción ovina



aumento de proteínas totales y albumina en plasma de los animales es debido a la deshidratación causada por los largos viajes, y vuelven a niveles normales cuando se tiene descanso (Minka y Ayo, 2009).



III. JUSTIFICACIÓN.

Durante el proceso de matanza se prefiere los mejores métodos que eviten el sufrimiento de los animales. Un buen método de insensibilización evitara que el animal experimente dolor y sufrimiento, y en consecuencia expresión de estrés.

Existen métodos aprobados por la OIE en el Código sanitario para los animales terrestres los cuales recomienda el aturdimiento mecánico y eléctrico para ovinos. Sin embargo, la técnica más usada en la matanza de ovinos de traspatio es el método de puntilla, esta produce una parálisis motora pero no la pérdida inmediata de la conciencia es una técnica económica pero requiere de personal habilidoso, esta técnica solo se permite en casos de emergencia sanitaria (SADER, 2011).

Bajo los estándares de bienestar animal, el manejo pre-matanza es la etapa que más estrés presenta el animal siendo la insensibilización el último manejo que se realiza previo a la muerte del ovino.

El municipio de Capulhuac faena semanalmente de 13,000 a 15,000 cabezas de ganado ovino ubicándolo como el principal acopiador y transformador del país. El método de matanza se realiza *in situ* (en el domicilio) usando la técnica tradicional de puntilla y menor medida el método eléctrico.

Por tal motivo, surge la necesidad de evaluar los indicadores sanguíneos del estrés por efectos de dos técnicas de insensibilización usadas en los centros de matanza de Capulhuac de Mirafuentes.



IV. HIPÓTESIS

1. Los indicadores sanguíneos del estrés se ven aumentados cuando los ovinos son insensibilizados por el método de puntilla.
2. Los niveles sanguíneos de los metabolitos empleados como indicadores de estrés en los ovinos durante el proceso de faenado son diferentes según el método de insensibilización empleado.



V. OBJETIVOS

GENERAL

- Evaluar los indicadores sanguíneos del estrés por efecto de dos métodos de insensibilización usados en los centros de matanza del municipio de Capulhuac de Mirafuentes.

ESPECIFICOS

- Medir los indicadores sanguíneos en términos de glucosa, creatina quinasa, albumina, proteínas totales, y hematocrito por el método eléctrico recomendado por NOM-033-ZOO/SAG-2014 para su uso en rastros municipales.
- Medir los indicadores sanguíneos en términos de glucosa, creatina fosfoquinasa, albumina, proteínas totales, y hematocrito por el método de puntilla aprobado por SADER como método de eutanasia ante emergencias sanitarias.
- Comparar los resultados obtenidos de los indicadores sanguíneos de ambos métodos de insensibilización de ovinos faenados para determinar el óptimo para las personas que faenan sus animales en dicho municipio.

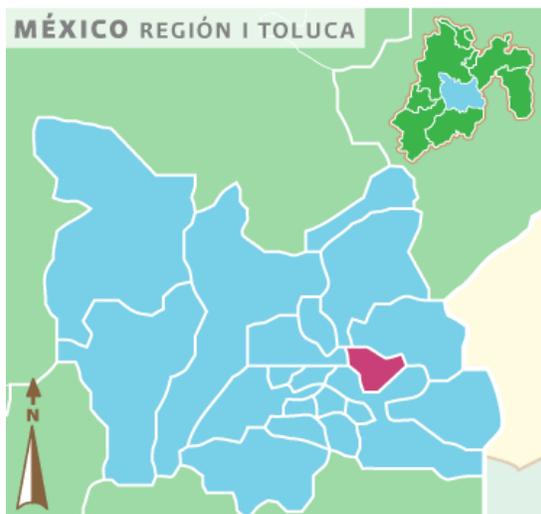


VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Límite de espacio

El presente trabajo se realizó de septiembre del 2021 a junio del 2022, en el municipio de Capulhuac, Estado de México.

Capulhuac es un municipio que se localiza en el centro de la entidad mexiquense, dentro de la región I Toluca, está ubicado a los 19°12´ de latitud norte y a los 99°28´ de longitud oeste del meridiano de Greenwich, observando una altitud promedio de 2, 800 msnm. Limita al norte con el municipio de Ocoyoacac; al sur con Xalatlaco y Tianguistenco; al este con Tianguistenco y Ocoyoacac; al oeste con los municipios de Tianguistenco y Lerma (INEGI, 2009).



Fuente: H. Ayuntamiento de Capulhuac, 2019.

Figura 3 Ubicación del municipio de Capulhuac, Estado de México

6.2 Materiales

- 14 ovinos
- 7 tubos vacutainer con EDTA



- 7 tubos vacutainer sin anticoagulante
- 1 hielera
- 2 geles refrigerantes

6.3 Método

Diseño. Con el propósito de evaluar el nivel de estrés según el método de insensibilización empleado, se utilizó un diseño aleatorio simple. La unidad de análisis fue cada uno de los ovinos asignados aleatoriamente a los dos grupos de tratamiento; empleando siete repeticiones por categoría de tratamiento.

Unidad de análisis. Los ovinos evaluados fueron obtenidos del grupo de animales faenados en el rastro de Capulhuac el día que se asignó la toma de muestras.

Los criterios de selección de la Unidad de análisis para el estudio debieron haber tenido un periodo de cuatro horas de descanso y 12 horas de ayuno, antes de la matanza. Los ovinos estuvieron clínicamente sanos, entre uno y un año y medio de edad; machos, y con un peso promedio de 50 kg, de razas de pelo o encastados de estas.

Repeticiones. Se emplearon siete ovinos por categoría de método de insensibilización. Los ovinos fueron asignados de forma aleatoria al grupo correspondiente.

Tratamiento. El tratamiento consistió en el método de insensibilización empleado. Los ovinos del grupo ME fueron insensibilizados por el método eléctrico y el grupo MP corresponde a los ovinos insensibilizados con el método de puntilla.

Análisis de los metabolitos para estimar el estrés.

Las muestras fueron transportadas al laboratorio CEPACVET (Central de Patología Clínica Veterinaria), ubicada en la Ciudad de Morelia, Michoacán.

La glucosa se evaluó por el método de Glucosa-Oxidasa y el resultado se midió en la escala de mmol/L de sangre. La creatina quinasa por el método Anti CK-M. Inmunoinhibición. Cinético UV optimizado, el resultado se midió en la escala de



U/L; las proteínas totales por el método colorimétrico Biuret el resultado se midió en g/L, el lactato (mg/dL) mediante el test LOD-enzimático y la albumina método verde de bromocresol, se registró en una escala de g/L. Utilizando un analizador de química sanguínea y espectrofotómetro.

En la muestra del tubo con EDTA se procesó para la lectura de hematocrito (%) por medio del método del capilar.

6.4 Análisis estadístico

Análisis de datos. Los datos de los niveles de metabolitos en sangre fueron analizados con estadísticas descriptivas (Media, desviación estándar y cuartiles). Las diferencias por grupo de tratamiento se analizaron con la prueba T de Student para medidas independientes a un nivel de confianza del 95% (Steel y Torrie, 1985).



VII. RESULTADOS

En cuanto a las variables analizadas, se muestra en el Tabla 3 los resultados de las medias y las desviaciones estándar para cada grupo, en el cual no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) para los indicadores sanguíneos de ambos métodos. Sin embargo, se encontró que la glucosa y las proteínas totales se encontraban fuera del rango de referencia. Presentando en ambos grupos una baja en los niveles de glucosa (hipoglucemia) ME 2.94 mmol/L y 2.9 mmol/L para MP y elevados niveles de proteínas totales 83.71 y 86.57 g/L respectivamente para cada grupo (hiperproteinemia).

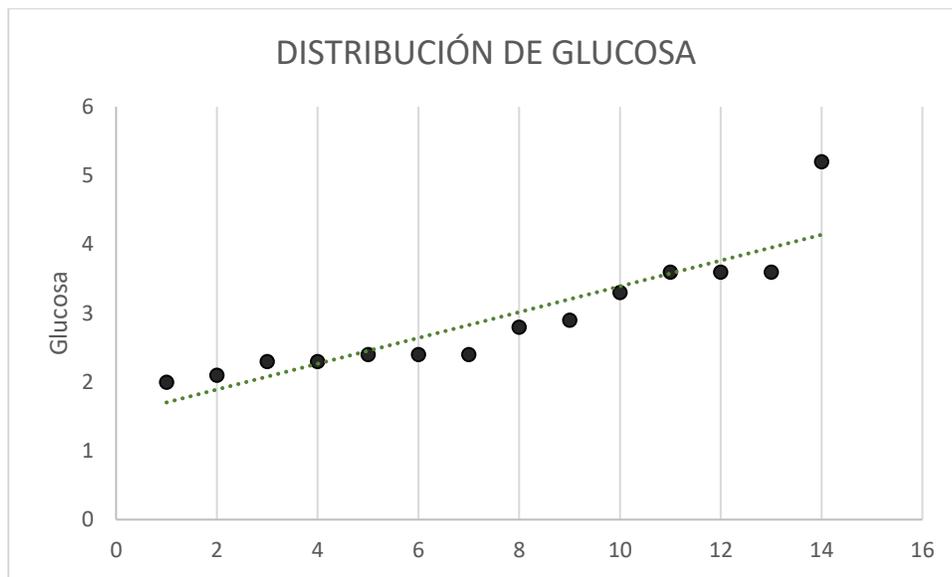
Tabla 3. Medias y desviación estándar de los indicadores sanguíneos por método de insensibilización.

<i>Indicador sanguíneo</i>	\bar{x}	<i>EEM</i>	<i>P. Valor</i>
<i>Hematocrito %</i>			
ME	39.14	4.01	NS*
MP	40.85	3.62	NS
<i>Glucosa mmol/L</i>			
ME	2.94	0.6	NS
MP	2.9	1.12	NS
<i>Proteínas totales g/L</i>			
ME	83.71	3.63	NS
MP	86.57	3.64	NS
<i>Creatina quinasa U/L</i>			
ME	724.14	271.4	NS
MP	875.57	242.03	NS
<i>Albumina g/L</i>			
ME	30.98	1.98	NS
MP	31.75	1.2	NS

*NS = no significativo



En la gráfica 1 se muestra que los valores de glucosa no presentan una distribución normal, corroborando con la prueba de Shapiro-wilk, no obstante el p no es significativo por la prueba de Mann Whitney.



Gráfica 1. Distribución anormal de glucosa



VIII. DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que los indicadores sanguíneos no se observaron diferencias estadísticas entre los métodos de insensibilización esto concuerda con Aguilar (2008) y Linares *et al* (2008) que evaluaron diferentes métodos de insensibilización en corderos sugiriendo el uso indistinto para los métodos eléctricos y de CO₂. Por otro lado, Pârnu, *et al* (2007) evaluaron la respuesta de indicadores de estrés en ovejas encontrando que en el aturdimiento aumenta los niveles de hematocrito y glucosa en comparación con otros manejos pre matanza. Sin embargo, se hallaron diferencias numéricas para los valores de glucosa ME 2.94 y MP 2.9 mmol/L respecto a los valores de referencia, presentando una hipoglucemia Tapia *et al* (2007) y Pérez *et al* (2012) mencionan que bajos niveles de glucosa se relacionan con un ayuno prolongado y el efecto de elevadas temperaturas climáticas. En el caso de las proteínas totales se encontraron elevadas ME 83.71 y MP 86.57 g/L; Kaneko (1997) menciona que la hiperproteinemia es debida a una hemoconcentración a consecuencia de una deshidratación. Por tal motivo el mal manejo pre-matanza puede influir en los resultados de valores sanguíneos en el momento de la insensibilización debido a que el ovino no logra recuperarse del estado de estrés.

IX. CONCLUSIÓN

Los indicadores sanguíneos del estrés no se vieron afectados por el método empleado de insensibilización (puntilla o eléctrico) en ovinos faenados en el Municipio de Capulhuac. Por lo cual ambos métodos pueden ser usados por los faenadores de este lugar.



X. LITERATURA O BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

- Acevedo, J. D., Romero, M., & Sánchez, J. A. (2016). Efectividad de Dos Métodos de Aturdimiento de Cerdos: Electronarcosis de Tres Puntos y Narcosis con CO₂. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 27(4), 668.
- Aguayo, L., & Perdomo, S. C. (2021). Bienestar animal y calidad de la canal en ovinos de pelo beneficiados en un frigorífico de Córdoba, Colombia. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 22(1).
- Aguilar, G. (2008). Estrés de transporte, periodo de descanso pre-sacrificio y método de aturdimiento sobre calidad de la carne ovina. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de México.
- Alvarado, M. (1999). *Análisis de las concentraciones sanguíneas de algunas variables indicadoras de estrés por transporte, en bovinos*. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE.
- Barcelona, U. de. (2021). *Psicología Ambiental*.
http://www.ub.edu/psicologia_ambiental/unidad-4-tema-8-2-1
- Bianchi, G., Garibotto, G., van Lier, E., Franco, J., Feed, O., Peculio, A., Betancurt, O., Courdín, V., & Fernández, M. E. (2004). Efecto del transporte y tiempo de espera en frigorífico sobre los niveles de cortisol plasmático, características de la canal y de la carne de corderos pesados. *Agrociencia Uruguay*, 8(2), 89-97.
- Bolado, J., Pérez, C., & Ríos, F. (2013). Practicas de manejo previo a la matanza en ovinos y su efecto en la calidad de la carne. *Nacameh*, 7(1), 1–16.
- Bozzo, G., Barrasso, R., Marchetti, P., Roma, R., Samoilis, G., Tantillo, G., & Ceci, E. (2018). Analysis of stress indicators for evaluation of animal welfare and meat quality in traditional and Jewish slaughtering. *Animals*, 8(4), 1–11.
- Broom, D. M., Bergeron, R., Scott, S. L., Émond, J., Mercier, F., Cook, N. J., & Schaefer, A. L. (2005). *WBI Studies Repository The effects of land transport on animal welfare Physiology and behavior of dogs during air transport*



Résumé. 24.

- Cal, L., Benech, A., Da Silva, S., Martín, A., & González-Montaña, J. R. (2011). Metabolismo energético en ovejas gestantes esquiladas y no esquiladas sometidas a dos planos nutricionales: Efecto sobre las reservas energéticas de sus corderos. *Archivos de medicina veterinaria*, 43(3), 277-285.
- Capdevila, N., & Segundo, M. J. (2005). Estrés: Causas, tipos y estrategias nutricionales. *Offarm: farmacia y sociedad*, 24(8), 96-104.
- Daneri, F. (2012). Psicobiología del estrés. *Biología del comportamiento*. Universidad de Buenos Aires, 1-26.
- Duarte, J., Castro, V. L. E., Romero, S., Aguilar, J. A., Gómez, G. L., & Sánchez, G. (2019). Lactato: marker of hypoperfusion?. *Medicina Interna de México*, 35(6), 934-943.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2004). Manejo presacrificio y métodos de aturdimiento y de matanza. *Buenas Prácticas Para La Industria de La Carne* [Online]. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/y5454s/y5454s08.pdf> [Acceso: 05 octubre 2021]
- Figueroa M.; Muñoz D. & Gallo C. (2011). Actualización: Insensibilización Del Ganado Bovino En Chile. *Boletín Veterinario Oficial*, N°14
- Gallo, C. (2008). Transporte e bienestar animal. *Ciênc vet tróp*, 11(supl 1), 70-9.
- Gallo, C., & Tadich, N. (2008). Bienestar animal y calidad de carne durante los manejos previos al faenamiento en bovinos. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*, 9(10B).
- Gazzaneo, M., Tineo, E., Chapín, Y., Vizcaíno, R., Gerardino, O., & Rodríguez, Y. (2005). Albúmina sérica como indicador negativo de estrés metabólico en pacientes pediátricos con sepsis: estado Anzoátegui. *Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría*, 68(1), 7-14.
- Gómez, I. (2016). ¿Qué es la Ciencia del Bienestar Animal? *Vanguardia Veterinaria*, 73, 12-18.
- Gómez, B., & Escobar, A. (2006). Estrés y sistema inmune. *Psicooncología*:



Investigación y Clínica Biopsicosocial En Oncología, 23(1), 35–48.

- González, A., Faverio, I., & Lamboglia, M. (s.f.). Bienestar animal en la cadena agroalimentaria de ovinos a nivel de empresas ganaderas, transporte y procesos en frigoríficos.
- Hankins, J. (2008). Función de la albúmina en el equilibrio hídrico. *Nursing (Ed. Española)*, 26(10), 42–43.
- H.S.A. Humane Slaughter Association. (2013). Electrical Stunning of Red Meat Animals. Wheathampstead, UK. Pp 1-29
- Kaneko, J. J. (1997). Serum Proteins and the Dysproteinemias. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 117–138.
- Koscinczuk, P. (2014). Ambiente, adaptación y estrés. *Revista Veterinaria*, 25(1), 67–76.
- Mendoza, A. (2006). Importancia de la grasa para la supervivencia en el ayuno, vista a través de una enzimopatía. *Revista de Educación Bioquímica*, 29(4), 111–119.
- Minka, N. S., & Ayo, J. O. (2009). Physiological responses of food animals to road transportation stress. *African Journal of Biotechnology*, 8(25).
- Miranda de la Lama, G. C. (2008). Comportamiento y bienestar en la producción animal: Hacia una interpretación integral. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*, 9(10B), 1-8.
- Mostl, E., & Palme, R. (2002). Hormones as indicators of stress. *Domestic Animal Endocrinology*, 23, 67–74.
- Muñoz, D., Strappini, A., & Gallo, C. (2012). Indicadores de bienestar animal para detectar problemas en el cajón de insensibilización de bovinos. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 44(3), 297–302.
- Newman, J. C., & Verdin, E. (2014). β -hydroxybutyrate: Much more than a metabolite. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 106(2), 173–181.
- NOM-033-SAG/ZOO-2014. Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. Consultado el 28 de noviembre de 2021. Disponible en:
<http://www.gob.mx/profepa/documentos/norma-oficial-mexicana-nom-033->



sag-zoo-2014-metodos-para-darmuerte-a-los-animales-domesticos-ysilvestres

- Odeón, M. M., & Romera, S. A. (2017). Estrés en ganado: causas y consecuencias. *Revista Veterinaria*, 28(1), 69.
- OIE, Organización Mundial de Sanidad Animal. Código Sanitario para los Animales Terrestres dedica. Capítulo 7.5. Sacrificio de animales para consumo humano 21 Ed. Paris, Francia.
- Orlandini, A. (2012). *El estrés: qué es y cómo evitarlo*. Fondo de cultura economica.
- Pârvu, M., Andronie, I., Andronie, V. y Dinu, C. (2007). Respuesta inducida de algunos indicadores de bienestar en ovinos sacrificados. En *el XIII Congreso Internacional de Higiene Animal* (Vol. 2, pp. 1060-1065).
- Pérez, S.C., Apeleo, E., Muiño, I., Rivas, C.A., Pérez, C., Lauzurica, S., ... & De la Fuente, J. (2012). Bienestar animal de corderos ternascos durante su espera en matadero. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 6(1).
- Pozo, R. (1996). *La protección de los animales durante la matanza. consideraciones culturales y de higiene de la carne en relación con la normativa legal de la unión europea*. 67–77.
- Proia, P., di Liegro, C. M., Schiera, G., Fricano, A., & Di Liegro, I. (2016). Lactate as a metabolite and a regulator in the central nervous system. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(9).
- Ralph, C. R., & Tilbrook, A. J. (2016). Invited Review: The usefulness of measuring glucocorticoids for assessing animal welfare. *Journal of Animal Science*, 94(2), 457–470.
- Relling, A. E., & Mattioli, G. A. (2003). Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. *Argentina: UNLP Editorial Edulp*, 23-55.
- Rodriguez, P., Dalmau, A., Llonch, P., Manteca, J., & Velarde, A. (2009). Evaluación del bienestar animal durante el aturdimiento con dióxido de carbono (co2) en corderos. *Eurocarne*, 182
- Romero, M., Uribe, L., & Sánchez, J. (2011). Biomarcadores De Estrés Como Indicadores De Bienestar Animal En Ganado De Carne: Stress Biomarkers As



- Indicators of Animal Welfare in Cattle Beef Farming. *Biosalud*, 10(1), 71–87.
- SADER. Secretaria de Desarrollo Rural. (2011). Manual de procedimientos para el sacrificio humanitario y la disposición sanitaria en emergencias zoonosológicas.
- Sano, H., Takebayashi, A., Kodama, Y., Nakamura, K., Ito, H., Arino, Y., Fujita, T., Takahashi, H., & Ambo, K. (1999). Effects of feed restriction and cold exposure on glucose metabolism in response to feeding and insulin in sheep. *Journal of Animal Science*, 77(9), 2564–2573.
- Schneider, C. M., Dennehy, C. A., Rodearmel, S. J., & Hayward, J. R. (1995). Effects of Physical Activity on Creatine Phosphokinase and the Isoenzyme Creatine Kinase-MB. *Annals of Emergency Medicine*, 25(4), 520–524.
- Sierra, C. A. (2019). Indicadores de bienestar en bovinos del trópico: una visión desde el estrés y el eje hipotalámico pituitario adrenal. *Revista Veterinaria*, 30(2), 101.
- Steel, RG y Torrie, JH (1985). *Bioestadística: principios y procedimientos*. McGraw-Hill.
- Tapia, K., Gallo, C., Manríquez, P., Raty, P., & Tadich, N. (2007). Efecto del destete y de un transporte terrestre de 12 horas sobre algunos constituyentes sanguíneos indicadores de estrés en corderos. In Resúmenes del XXXII Congreso de la Sociedad Chilena de Producción Animal (pp. 195-196).
- Vera, I.Y., Ortega, M.E., Herrera, J.G., & Huerta, M. (2019) Bienestar en ovinos y su evaluación. *Agroproductividad*, 12(9), 67–72.
- Villanueva, M. V., & de Aluja, A. S. (1998). Estado actual de algunas plantas de sacrificio de animales para consumo humano en México. *Veterinaria México*, 29(3), 273-278.
- Zambrano, A., Rendón, J., Trujillo. María, & Valero, N. (2019). *Serum creatine kinase concentration and renal functionalism in adults*. 5, 818–842.