

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS



Las hembras anéstricas en condiciones de estrés social no disminuyen las conductas socio-sexuales durante el primer contacto con el macho cabrío foto-estimulado

Por:

Jennifer Nayeli Guerrero Segura

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México

Mayo 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Las hembras anéstricas en condiciones de estrés social no disminuyen las conductas socio-sexuales durante el primer contacto con el macho cabrío foto-estimulado

Por:

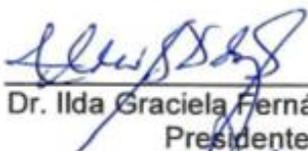
Jennifer Nayeli Guerrero Segura

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

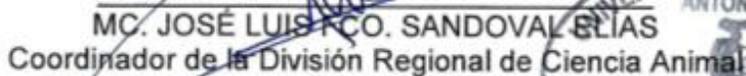
Aprobada por:


Dr. Ilda Graciela Fernández García
Presidente


Dr. Juan Carlos Martínez Alfaro
Vocal


Dr. José Alfredo Flores Cabrera
Vocal


Dr. Horacio Hernández Hernández
Vocal Suplente


MC. JOSÉ LUIS TCO. SANDOVAL BLÁS
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Mayo 2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Las hembras anéstricas en condiciones de estrés social no disminuyen las conductas socio-sexuales durante el primer contacto con el macho cabrío foto-estimulado

Por:

Jennifer Nayeli Guerrero Segura

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Ilda Graciela Fernández García
Asesor principal



Dr. Juan Carlos Martínez Alfaro
Coasesor



Dr. José Alfredo Flores Cabrera
Coasesor



MC. JOSÉ LUIS FCO. SANDOVAL ELÍAS
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Mayo 2023



AGRADECIMIENTOS

A Dios, por cuidarme y acompañarme durante todos mis estudios, por darme fuerzas en los días que quería rendirme y por poner personas tan maravillosas en mí camino.

A mis padres, Juan Manuel Guerrero Rentería y Blanca Jessica Segura Rodríguez, por haberme dado la vida y la oportunidad de estudiar lo que desde niña había anhelado.

A mis hermanos, José Emanuel Guerrero Segura y Jonathan Guerrero Segura por ser parte de mi vida y de mi familia, a pesar de todas las cosas, mi vida no sería igual sin ustedes.

A mi *Alma Mater*, por darme la oportunidad de convertirme en profesionista y ser parte de la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**.

A la Dra. Ilda Graciela Fernández, por creer en mí, apoyarme y permitirme ser parte de su proyecto para la realización de mi tesis, la admiro y aprecio mucho.

A mi novio, MVZ José Donald Sánchez Mendoza por estar conmigo incondicionalmente, por alentarme a ser la mejor en todo lo que me proponga.

A mis amigos, gracias por llegar a mi vida y por cada momento que pasamos juntos, aunque muchos sean de lejos no les digo adiós si no hasta pronto, espero volver a verlos.

DEDICATORIAS

A mis padres, Juan Manuel Guerrero Rentería y Blanca Jessica Segura Rodríguez por creer en mí, apoyarme y sacrificarse para poder brindarme estudios, nunca terminaré de agradecerles por mi vida y por todo lo que me han dado, por tanta paciencia y comprensión. Le doy gracias a Dios por tenerlos como padres, los amo mucho y espero lograr que se sientan muy orgullosos de mí.

A mi novio, José Donaldo Sánchez Mendoza por ser una de las personas más importantes en mi vida que ha marcado un antes y un después, espero que sigamos caminando juntos en esta vida, lograr ser grandes profesionistas y cumplir todos nuestros sueños **¡Te amo!**

I. RESUMEN

Los objetivos de la presente investigación fueron determinar i) si las hembras caprinas anéstricas alojadas en corral individual secretan más cortisol plasmático que las hembras alojadas en grupo, y ii) si las hembras caprinas anéstricas alojadas en corral individual disminuyen los olfateos al macho y aumentan las huidas al macho que las hembras anéstricas alojadas en grupo durante el primer contacto con el macho cabrío foto-estimulado. Se utilizaron diez machos cabríos que recibieron un tratamiento fotoperiódico de días largos artificiales (16 h de luz y 8 h de oscuridad por día) durante 2.5 meses, del 1 de noviembre al 15 de enero. Los machos se dividieron en dos grupos de cinco animales cada uno. Además, se utilizaron dos grupos de hembras de 15 meses edad, el primero ($n = 10$) fue puesto en un corral y el segundo ($n = 10$) cada hembra fue alojada individualmente en un corral. Cada grupo de hembras fueron puestas en contacto con 10 machos foto-estimulados. En los dos grupos de hembras se utilizó la proporción de 1 macho: 1 hembra durante el primer contacto entre machos y hembras. En el día 0, que fue durante el primer contacto con el macho, la concentración de cortisol plasmático fue similar ($P > 0.05$). Entre las hembras alojadas individualmente (22.6 ng/ml) y las alojadas en grupo (27.4 ng/ml). En ese día 0, las conductas socio-sexuales como olfatear al macho y alejarse del macho no difirieron ($P > 0.05$) entre los dos grupos de hembras. Los machos mostraron más ($P < 0.05$) aproximaciones y olfateos anogenitales a las hembras alojadas individualmente que a las hembras alojadas en grupo. Se concluye que las hembras anéstricas alojadas individualmente como las alojadas en grupo secretaron elevadas y similares concentraciones de cortisol plasmático. Sin embargo, las hembras alojadas individualmente disminuyeron los olfateos solamente en el día 1, mientras que las huidas de la hembra al macho fueron similares en los dos grupos.

Palabras clave: Caprinos, Estrés social, Aislamiento social, Señales sensoriales, Efecto macho.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
I. RESUMEN.....	iii
INDICE GENERAL.....	iv
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
II. INTRODUCCIÓN	1
III. HIPÓTESIS.....	2
IV. OBJETIVOS.....	2
V. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	3
5.1 Estacionalidad reproductiva	3
5.2 Tratamiento fotoperiódico artificial	7
5.3 Relaciones socio-sexuales	8
5.4 Hembras caprinas y ovinas sometidas al efecto macho.....	8
5.5 Factores que influyen en la respuesta sexual de las hembras anéstricas en contacto con machos cabríos foto-estimulados.....	9
5.5.1 Experiencia sexual en cabras y ovejas	9
5.5.2 Estrés	10
5.5.3 Estrés social	10
5.5.4 Eje Hipotálamo-hipófisis-gónadas (HPG)	11
5.5.5 Eje Hipotálamo-hipófisis-adrenales (HPA).....	12
5.5.6 Aislamiento social en hembras	13
VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
6.1 Localización del área de estudio.....	14
6.2 Descripción y manejo de los grupos experimentales	14
6.3 Tratamiento fotoperiódico aplicado a los machos cabríos.....	16
6.4 Valoración del estado anovulatorio en las hembras.....	16
6.5 Efecto macho	17
6.6 Variables a determinar.....	18
6.6.1 Hembras.....	18
6.6.2 Comportamiento socio-sexual en las hembras	18

6.6.3 Machos.....	18
6.7 Nota ética	19
6.8 Análisis estadístico	19
VII. RESULTADOS	20
7.1 Perfil de cortisol plasmático	20
7.2 Comportamiento socio-sexual en las hembras caprinas durante el primer contacto con los machos.....	21
7.2.1 Conductas socio-sexuales en hembras alojadas individualmente y en grupo	21
7.2.2 Comportamiento sexual de los machos cabríos foto-estimulados.....	23
VIII. DISCUSIÓN	24
IX. CONCLUSIONES	27
X. BIBLIOGRAFÍA	28

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Fertilidad y producción de leche de vacas Holstein con alto rango social o bajo rango social en un hato lechero (Modificado de Dobson y Smith, 2000).	10
Cuadro 2 Conductas socio-sexuales en hembras anéstricas alojadas individualmente y hembras anéstricas alojadas en grupo durante el primer contacto con el macho cabrío foto-estimulado. Las conductas socio-sexuales se registraron a las 08:00 h durante 30 minutos en los días 0, 1 y 2 después de la introducción de los machos a los grupos de hembras.	22

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Variaciones estacionales (media \pm ee) del peso testicular (a) y las concentraciones plasmáticas de testosterona (b) de los machos cabríos locales del norte de México (26° N) mantenidos en estabulación (Modificada de Delgadillo et al., 1999).....	4
Figura 2 Variaciones estacionales en la actividad ovulatoria en cabras locales del norte de México (26° N) mantenidas en estabulación, alimentadas adecuadamente y sometidas a las variaciones naturales del fotoperiodo (Modificada de Duarte et al., 2008).....	5
Figura 3 Tracto neuroendocrino, modificación en los niveles de secreción de melatonina en los días largos (verano) y días cortos (invierno) (Tomado de Revel et al., 2009).	6
Figura 4 Aplicación del tratamiento fotoperiódico artificial a machos cabríos llevado a cabo en corral abierto en las instalaciones del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA) de la UAAAN en Torreón, Coahuila, México.	8
Figura 5 Diagrama del eje hipotálamo-pituitario-suprarrenal (eje HPA) y del eje hipotálamo-pituitario-gonadal (eje HPG) en la hembra (tomado de Narayan y Parisella, 2017).	12
Figura 6 Hembras caprinas alojadas en grupo social. Las hembras tuvieron comunicación social entre ellas mediante señales visuales, auditivas, táctiles y olfativas.	15
Figura 7 Hembras caprinas alojadas en corral individual. Estas hembras no tuvieron contacto visual y táctil, pero tuvieron contacto auditivo y olfativo entre una hembra y la otra que se encontraba en el corral adyacente.....	15
Figura 8 Día 0, primer contacto socio-sexual entre el macho cabrío foto-estimulado y hembras anéstricas alojadas individualmente y en grupo.	17
Figura 9 Concentraciones de cortisol plasmático (media \pm ee) en hembras anéstricas alojadas individualmente (○) y en hembras anéstricas alojadas en grupo (●). Las muestras sanguíneas fueron tomadas en los días -4, -3, -2, -1, antes de la introducción de los machos y en los días 0, 1, 2 y 3 después de la introducción de los machos a los dos grupos de hembras. *P < 0.05, **P < 0.1.	21
Figura 10 Comportamiento sexual de machos cabríos foto-estimulados (media. 23	

II. INTRODUCCIÓN

La mayor producción de leche en cabras se lleva a cabo en países como India, Bangladesh, Pakistán, Mali, Francia y España (FAOSTAT, 2012). América también tiene relevancia de dicha actividad, por ejemplo, México y Brasil poseen aproximadamente 20 millones de ejemplares (Bayona et al., 2016). En América, México está considerado como el principal productor de caprinos y se ubica en el lugar número 18 en producción de leche a nivel mundial (FAOSTAT, 2012). En México, el 64 % de los caprinos se ubican en sistemas de producción extensivos en las zonas áridas y semiáridas, y el 36 % restante se ubica en la región templada en sistemas de manejo intensivo (Salinas et al., 2015). La Comarca Lagunera está conformada por municipios de Coahuila (Torreón, Matamoros, San Pedro de las Colonias, Francisco I Madero) y de Durango (Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo de Zaragoza, Mapimí, San Pedro del Gallo, San Luis del Cordero, Nazas, General Simón Bolívar, San Juan de Guadalupe, Cuencamé, Peñón Blanco, Santa Clara, Rodeo, Hidalgo e Indé) y se considera como una de las zonas del país con los inventarios más altos en caprinos, ya que cuenta 411,376 animales. La Comarca Lagunera está considerada como la principal región productora de leche de cabra, con una producción aproximada de 60 millones de litros anuales, generando una contribución económica de más de 263 millones de pesos anuales, lo que representa entre el 22 y 14.3 % de la producción total nacional (SIAP-SAGARPA, 2013). A pesar de tener ingresos económicos con la venta de leche y carne de caprinos existen diferentes factores que afectan la eficiencia reproductiva de hato caprino, entre ellos, se menciona al fotoperiodo y a la estacionalidad reproductiva. La estacionalidad reproductiva induce cambios conductuales y fisiológicos en las hembras y en los machos durante el año (Fernández et al., 2020). Además de ésta, otro factor que afecta la eficiencia reproductiva del hato caprino, es el estrés social que experimentan las hembras caprinas durante el primer contacto con el macho. Por ello, el presente estudio se llevó a cabo para investigar si las hembras caprinas alojadas en corral individual, así como, las hembras alojadas en grupo incrementan la concentración de cortisol plasmático durante el primer contacto con el macho cabrío foto-estimulado.

III. HIPÓTESIS

Las hembras caprinas anéstricas alojadas en corral individual secretan más cortisol plasmático que las hembras alojadas en grupo durante el primer contacto con el macho cabrío foto-estimulado.

IV. OBJETIVOS

Determinar i) si las hembras caprinas anéstricas alojadas en corral individual secretan más cortisol plasmático que las hembras alojadas en grupo, y ii) si las hembras caprinas anéstricas alojadas en corral individual disminuyen los olfateos al macho y aumentan las huidas al macho que las hembras anéstricas alojadas en grupo durante el primer contacto con el macho cabrío foto-estimulado.

V. REVISIÓN DE LA LITERATURA

5.1 Estacionalidad reproductiva

La estacionalidad reproductiva como parte del proceso de selección natural es un mecanismo de adaptación desarrollado por algunos mamíferos como estrategia para minimizar el impacto negativo del ambiente con la finalidad de que los nacimientos ocurran en la época más favorable del año, que se cuente con mejores pastos, así como con temperatura ambiental confortable (Bronson, 1985). La estacionalidad reproductiva es controlada por del fotoperiodo, por ejemplo, en los machos cabríos de regiones subtropicales durante la estación sexual reproductiva, el peso testicular, las concentraciones plasmáticas de testosterona, el olor, el comportamiento sexual determinado por las aproximaciones, los olfateos anogenital, los intentos de montas, las montas con intromisión, el auto-marcaje y el flehmen, así como, la producción espermática cuantitativa y cualitativa se incrementan considerablemente. En cambio, durante el periodo de reposo sexual dichos indicadores generalmente se encuentran bajos, o se expresan a nivel basal (Delgadillo et al., 1999, 2002; Figura 1).

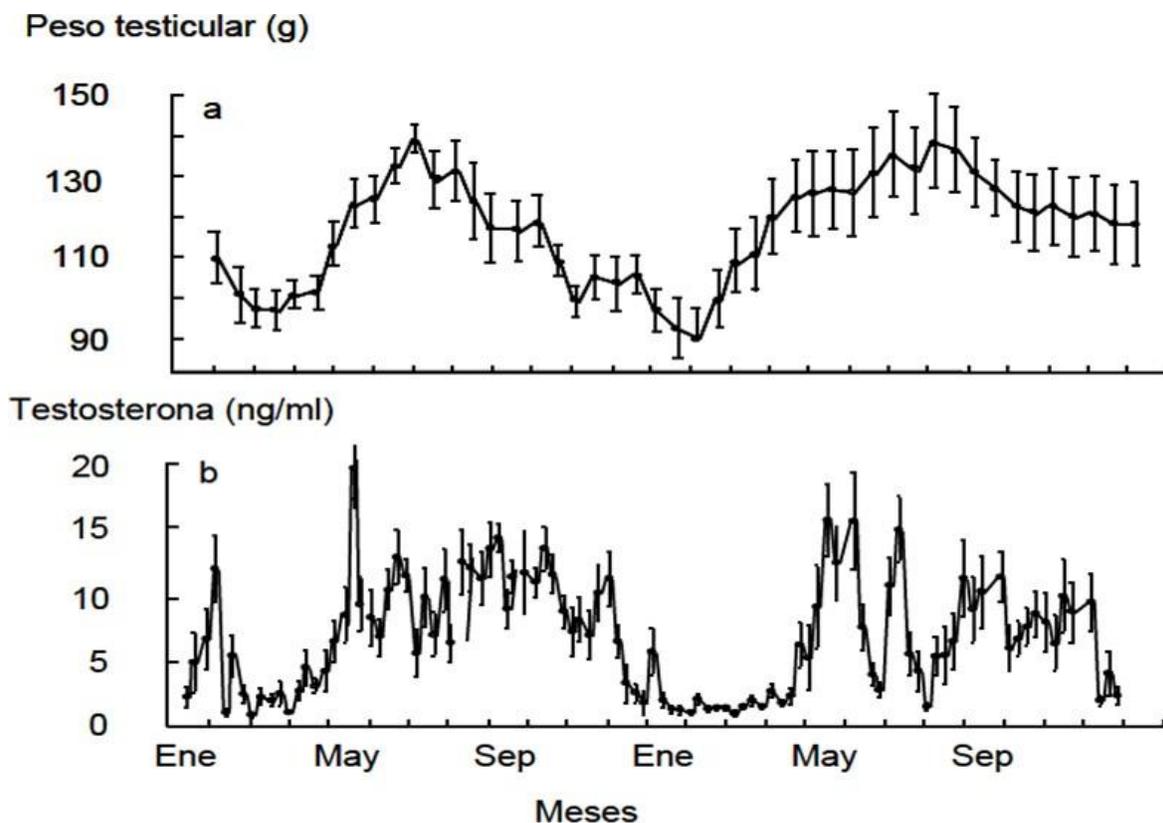


Figura 1 Variaciones estacionales (media \pm ee) del peso testicular (a) y las concentraciones plasmáticas de testosterona (b) de los machos cabríos locales del norte de México (26° N) mantenidos en estabulación (Modificada de Delgadillo et al., 1999).

En las hembras caprinas originarias o adaptadas a las mismas latitudes también se observan diferencias a través del año en relación al inicio y duración de su actividad sexual (Delgadillo et al., 2012). En las hembras caprinas de la Comarca Lagunera en el norte de México presentan un periodo de anestro y otro de actividad sexual. La estación reproductiva inicia septiembre y finaliza en enero, durante dicho lapso es evidente la actividad sexual. La disminución de la actividad sexual se caracteriza por una reducción marcada de en la actividad sexual de enero a agosto (Duarte et al., 2008; Delgadillo et al., 2012; Figura 2). También, en las hembras caprinas de otras regiones como las que se encuentran en Argentina (30° LS, (Rivera et al., 2003) y Australia 28° LS; Restall, 1992), los estros y las ovulaciones inician en el otoño y terminan en el invierno.

Hembras ovulando

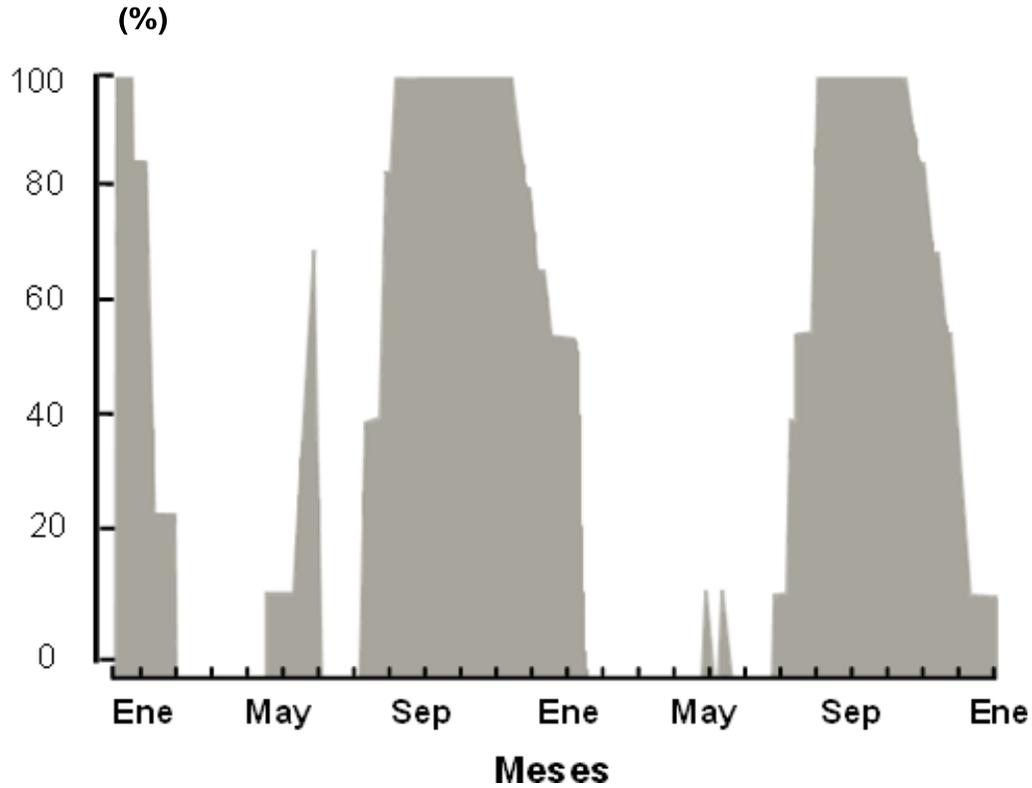


Figura 2 Variaciones estacionales en la actividad ovulatoria en cabras locales del norte de México (26° N) mantenidas en estabulación, alimentadas adecuadamente y sometidas a las variaciones naturales del fotoperiodo (Modificada de Duarte et al., 2008).

Por ejemplo, en machos cabríos y hembras caprinas, se observó el efecto del fotoperiodo sobre la actividad reproductiva cuando se sometieron artificialmente a tres meses de días largos seguidos por tres meses de días cortos durante dos años consecutivos, los resultados indicaron que la secreción de testosterona y las ovulaciones ocurrieron durante los días cortos (Delgadillo et al., 2004; Duarte et al., 2010). Ello indica que el fotoperiodo sincroniza el ritmo anual de la actividad sexual tanto en ovinos como en caprinos (Malpoux et al., 1989; Delgadillo et al., 2004).

La glándula pineal es el principal órgano regulador en cuanto a la estacionalidad reproductiva, dicha glándula registra la duración del día a través de los ojos, mediante una red compleja de conexiones neuronales, los impulsos luminosos tienen su sede en la retina. Posteriormente, esta información es conducida por el tracto retino-hipotalámico hasta los núcleos supraquiasmáticos y paraventriculares del hipotálamo, antes de pasar por el ganglio cervical superior y llegar finalmente a la glándula pineal. Esta última sintetiza y secreta en la sangre la melatonina, únicamente durante la noche (Revel et al., 2009; Figura 3).

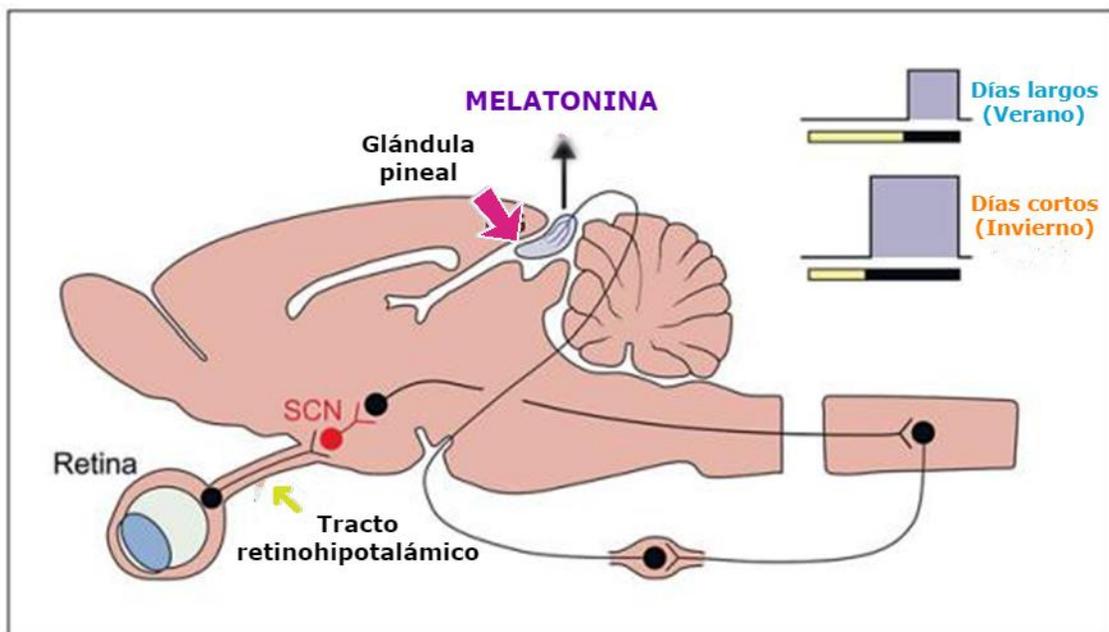


Figura 3 Tracto neuroendocrino, modificación en los niveles de secreción de melatonina en los días largos (verano) y días cortos (invierno) (Tomado de Revel et al., 2009).

5.2 Tratamiento fotoperiódico artificial

En condiciones artificiales, es factible modificar las horas de luz diurna, como se mencionó anteriormente los días largos inhiben la actividad sexual y los días cortos la estimulan. Aunque en ovejas y cabras no existe un tratamiento fotoperiódico que tenga efectos permanentes en la actividad sexual de aquellos animales que están regulador por el fotoperiodo. Por ello, la estacionalidad reproductiva en los machos cabríos puede ser modificada mediante la aplicación de un tratamiento de luz artificial. Este tratamiento artificial consiste en someter a los machos a días largos, esto es, a 16 h luz y 8 h de oscuridad por día durante 2.5 meses del 1 de noviembre al 15 de enero. Posteriormente, los animales son expuestos a él fotoperiodo natural (Figura 4). Los corrales donde se alojan los machos son equipados con lámparas fluorescentes, con intensidad luminosa en toda el área del corral en al menos 300 lux a la altura del nivel de los ojos de los machos. Este tratamiento de luz adicional provoca un incremento en la secreción de testosterona, en el comportamiento sexual, en la circunferencia testicular, y en el olor en los machos en los meses de marzo y abril, meses considerados como parte del reposo sexual natural (Delgadillo et al., 2002; Fernández et al., 2022).



Figura 4 Aplicación del tratamiento fotoperiódico artificial a machos cabríos llevado a cabo en corral abierto en las instalaciones del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA) de la UAAAN en Torreón, Coahuila, México.

5.3 Relaciones socio-sexuales

En los caprinos y ovinos, las relaciones socio-sexuales modifican la actividad sexual tanto en las hembras como en los machos (Ungerfeld, 2007; Delgadillo et al., 2009). La introducción repentina de un macho sexualmente activo a un grupo de hembras caprinas y ovinas en anestro estacional induce la actividad sexual en dichas hembras. Esta técnica de bioestimulación de la actividad sexual se conoce como efecto macho (Martin et al., 1986; Delgadillo et al., 2002).

5.4 Hembras caprinas y ovinas sometidas al efecto macho

La respuesta de las ovejas y cabras al efecto macho depende de factores internos y externos que operan en los dos géneros, entre ellos se menciona a la variación en la respuesta de las hembras ante la presencia de los machos con diferente nivel de actividad sexual, o a la calidad del estímulo otorgado por los machos caprinos y ovinos. Durante el efecto macho participan señales sensoriales (auditivas, visuales, olfativas y táctiles) tanto del macho como de la hembra (Walkden-Brown et al., 1993;

Delgadillo et al., 2002). Por ejemplo, durante el encuentro socio-sexual entre hembras anéstricas y machos foto-estimulados participan las señales sensoriales, los machos foto-estimulados despliegan intenso comportamiento sexual (señales visuales y táctiles), intenso olor sexual (señal olfativa) y vocalizaciones frecuentes (señal auditiva) los cuales contribuyen a inducir un pico pre-ovulatorio (LH) en dichas cabras (Martínez-Alfaro et al., 2014).

5.5 Factores que influyen en la respuesta sexual de las hembras anéstricas en contacto con machos cabríos foto-estimulados

5.5.1 Experiencia sexual en cabras y ovejas

En la hembra ovina, estudios previos indican que la experiencia sexual previa modifica la respuesta sexual en dichas hembras (Gelez et al., 2004). Las hembras ovinas y caprinas adquieren experiencia sexual mediante las relaciones socio-sexuales, por el contacto sexual directo con el macho o por el contacto social indirecto con el macho, esto es, con contacto social restringido con el macho (Gelez et al., 2004; Fernández et al., 2021).

Por ejemplo, en los ovinos, la respuesta sexual de las ovejas sin experiencia sexual generalmente es baja (Gelez et al., 2004). Se ha observado que las ovejas sin experiencia sexual ovulan en menor proporción (27%) que aquellas con experiencia sexual (73%; Murtagh et al., 1984). Además, las ovejas sin experiencia sexual son menos proceptivas y receptivas que aquellas con experiencia sexual (Gelez et al., 2004; Hawken et al., 2008). Sin embargo,

recientes estudios muestran que las hembras caprinas sin experiencia sexual muestran alta respuesta estral y ovulatoria cuando son puestas en contacto con machos cabríos foto-estimulados (Fernández et al., 2011, 2021).

5.5.2 Estrés

En los animales domésticos, el estrés se define como la incapacidad del animal para hacer frente al medio ambiente que lo rodea. En ciertas condiciones el animal se enfrenta a ciertos estímulos o situaciones adversas dentro de su entorno, y el animal no logra establecer la homeostasis, de igual manera, el animal no es capaz de desarrollar su potencial genético, además es frecuente observar una disminución en la producción láctea y en la fertilidad (Dobson y Smith, 2000).

5.5.3 Estrés social

El estrés social al que se someten los animales modifica su comportamiento social. Por ejemplo, se ha observado en las vacas cuando cambian de corral se observa disminución en la producción láctea. También se ha observado que las vacas con mayor rango social son más fértiles y registran mayor producción de leche que aquellas con rango social más bajo (Dobson y Smith, 2000).

Cuadro 1 Fertilidad y producción de leche de vacas Holstein con alto rango social o bajo rango social en un hato lechero (Modificado de Dobson y Smith, 2000).

	Cambios en el rango social	
	Alto rango social	Bajo rango social
Del parto a la primera inseminación (días)	97	143*
Inseminaciones por concepción	1.6	2.2
Producción de leche (kg/día)	+0.58	-1.03*
Células somáticas	-18	+371*
Laminitis	-0.21	+0.54*

*P < 0.05

5.5.4 Eje Hipotálamo-hipófisis-gónadas (HPG)

Casi todas las hormonas secretadas por la hipófisis están reguladas por las señales hormonales y nerviosas en el hipotálamo, la secreción de la adenohipófisis está controlada por hormonas o factores de liberación y de inhibición hipotalámicas, las cuales son sintetizadas en el mismo hipotálamo para luego ser transportadas a la adenohipófisis por minúsculos vasos sanguíneos denominados vasos porta hipotálamo-hipofisarios. Estas hormonas liberadoras e inhibidoras actúan sobre las células de la adenohipófisis que son las que controlan su secreción: hormona liberadora de tirotropina (TRH), hormona liberadora de corticotropina (CRH), hormona liberadora de la hormona del crecimiento (GHRH), hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH), y la hormona liberadora de la prolactina (PRLH) (Arthur et al., 2011).

La actividad hipotalámica de la GnRH es la encargada en dirigir la descarga de las gonadotropinas, la LH (hormona luteinizante) y la FSH (hormona folículo estimulante) a la circulación sanguínea. Esto se consigue mediante la modificación en la frecuencia de sus pulsos y no solamente incrementa o disminuye los niveles de ambas gonadotropinas, sino que es capaz de controlar por separado a la LH y FSH. La hormona LH es secretada de manera pulsátil por la hipófisis y ésta a su vez estimulará, en el macho, la secreción de testosterona, y en la hembra secretará estradiol y progesterona en los ovarios. También se secreta la FSH por la hipófisis, esta hormona es secretada continuamente en la circulación sanguínea de una forma no episódica ni pulsátil como lo es la LH. Estas hormonas inducen la diferenciación y multiplicación de las células germinales, así como la síntesis y secreción de testosterona por las células de Leydig en los testículos. La testosterona participa en el mantenimiento de la espermatogénesis y comportamiento sexual ejerciendo una retroalimentación negativa en la secreción de las gonadotropinas (Chemineau y Delgadillo, 1994).

5.5.5 Eje Hipotálamo-hipófisis-adrenales (HPA)

El eje HPA consta de tres glándulas endocrinas: el hipotálamo, la hipófisis anterior y las glándulas suprarrenales. Las interacciones de retroalimentación entre estos órganos forman el eje HPA, que forma parte de un sistema neuroendocrino que controla las respuestas fisiológicas y conductuales al estrés y puede regular otros procesos corporales como el almacenamiento y la liberación de glucosa, la respuesta inmunitaria, la digestión y la reproducción (Chrousos, 2000).

En producción animal, las actividades rutinarias que se llevan a cabo en la actividad ganadera generalmente inducen en los animales a una gran cantidad de estímulos estresantes físicos y psicológicos donde el eje HPA incrementa su actividad. Por ejemplo, el estrés crónico es uno de los principales desafíos en la producción ovina, ya que es difícil de detectar y puede inducir alteración incompatible del eje HPA en el animal. Dicha alteración induce cambios fisiológicos negativos, que posteriormente se expresan como inmunosupresión, mayor susceptibilidad a enfermedades y disfunción reproductiva (Nayaran y Parisella, 2017).

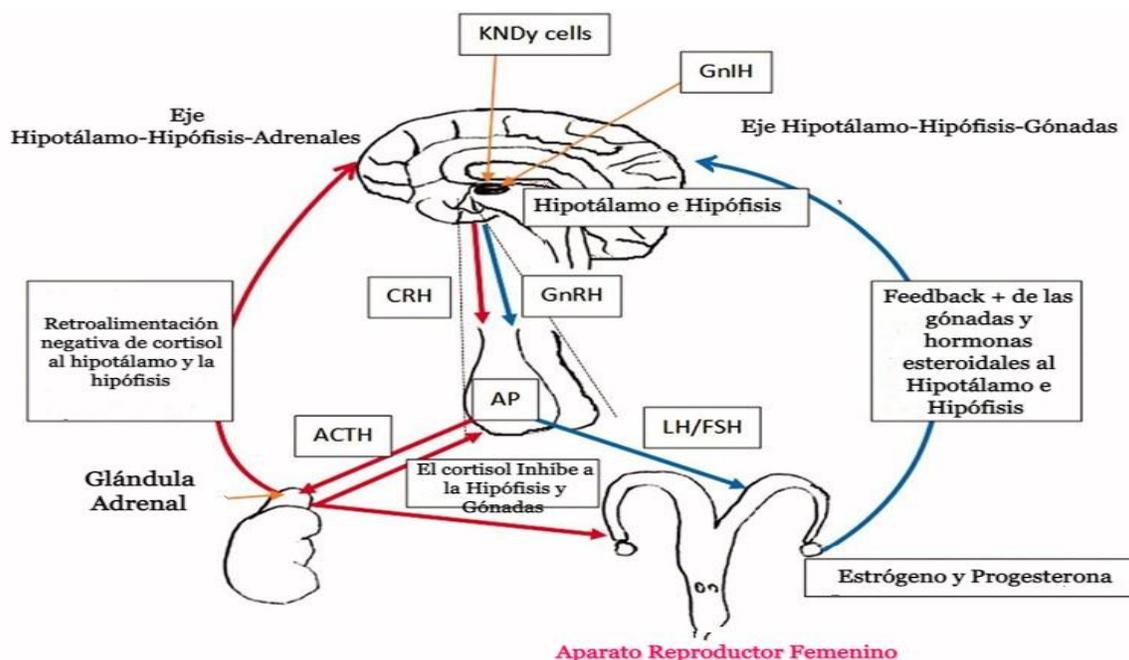


Figura 5 Diagrama del eje hipotálamo-pituitario-suprarrenal (eje HPA) y del eje hipotálamo-pituitario-gonadal (eje HPG) en la hembra (tomado de Narayan y Parisella, 2017).

5.5.6 Aislamiento social en hembras

En las especies gregarias el aislamiento social representa un gran desafío en su bienestar (Siebert et al., 2011). Durante el aislamiento los animales experimentan estrés. Las especies animales gregarias y sociales como son los caprinos y ovinos son los más susceptibles a sufrir estrés (Price y Thos, 1990). Por ejemplo, cuando estas especies sociales son separados de su grupo experimentan estrés social (Miranda-de la Lama y Mattiello, 2010), aunque también otras especies como es el caso de los porcinos y bovinos también experimentan el mismo nivel de estrés (Kanitz et al., 2009).

De hecho, en ciertos eventos estresantes que sufren los animales suceden algunos cambios conductuales y fisiológicos en el organismo (Blanchard et al., 2001). Cuando los animales sufren estrés social se afectan las interacciones sociales como la comunicación entre los animales de ese mismo grupo. En los animales la comunicación tiene un papel clave en la expresión de las conductas sociales. La comunicación social participa en el reconocimiento de los individuos dentro del grupo, por ejemplo, les ayuda a localizar a los individuos de su misma especie en otros grupos de animales (Miranda-de la Lama y Mattiello, 2010). O bien en las hembras que experimentan estrés social disminuye la actividad ovulatoria, así como otros parámetros reproductivos (Blanchard et al., 2001).

Por lo anteriormente expuesto, el presente estudio se llevó a cabo para investigar si las hembras caprinas alojadas en corral individual, así como en las hembras alojadas en grupo incrementan el cortisol plasmático durante el primer contacto con el macho cabrío foto-estimulado.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Localización del área de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en el ejido Ricardo Flores Magón, Municipio de Torreón, Coahuila, México. Dicho ejido se encuentra ubicado en la Comarca Lagunera, la cual se encuentra en la latitud, 26°33' N, longitud, 104°47' W, y altitud de 1100 msnm, el clima predominante es semiárido, la temperatura máxima en primavera puede llegar a los 44.8 °C mientras que la temperatura mínima durante el invierno es de -1 °C (CONAGUA, 2019).

6.2 Descripción y manejo de los grupos experimentales

Se utilizaron cabras Criollas ($n = 20$) que nacieron del 10 al 25 de diciembre de 2018 y fueron destetadas a los 40 días. A partir del destete las hembras fueron aisladas totalmente de machos cabríos y se dividieron aleatoriamente en dos grupos de 10 hembras cada uno. El primer grupo fue alojado en un corral (5 x 8 m), estas hembras tuvieron comunicación social entre ellas mediante señales visuales, auditivas, táctiles y olfativas. El segundo grupo de hembras fueron alojadas en corrales individuales (2 x 1.5 m), la pared que separaba un corral de otro fue de madera sólida, estas hembras no tuvieron contacto visual y táctil, pero si tenían contacto auditivo y olfativo entre una hembra y la otra que se encontraba en el corral adyacente. Las dos paredes restantes fueron de madera enrejada (tarimas de madera reciclada). Los dos grupos de hembras se encontraban separados por 250 m para evitar contacto entre grupos. Las hembras fueron alojadas en su corral respectivo del 1 de febrero de 2019 al 22 de marzo de 2020. La alimentación de las hembras se basó en heno de alfalfa (21% proteína cruda, 1.95 Mcal/kg de energía metabolizable (EM) y 200 g de concentrado comercial (18% de proteína cruda, 2.05 Mcal/kg EM)/animal/día.



Figura 6 Hembras caprinas alojadas en grupo social. Las hembras tuvieron comunicación social entre ellas mediante señales visuales, auditivas, táctiles y olfativas.



Figura 7 Hembras caprinas alojadas en corral individual. Estas hembras no tuvieron contacto visual y táctil, pero tuvieron contacto auditivo y olfativo entre una hembra y la otra que se encontraba en el corral adyacente.

6.3 Tratamiento fotoperiódico aplicado a los machos cabríos

Se utilizaron diez machos cabríos de aproximadamente 2 años de edad. Los machos fueron sometidos a un tratamiento fotoperiódico el cual inició el 1 de noviembre de 2019 y finalizó el 16 de enero de 2020 (de días largos artificiales) seguido de la duración normal del día (días cortos) hasta el 23 de marzo 2020. Los corrales donde se alojaron los machos cabríos fueron equipados con lámparas fluorescentes de 75 watts cada una. Se comprobó que la intensidad luminosa en el corral fue de al menos 300 lux a nivel de los ojos de los machos. Las lámparas fueron programadas para encenderse automáticamente de las 06:00 a las 09:00 h. Posteriormente, se volvían a encender de las 17:00 h a las 22:00 h, con ello se proporcionó 16 h luz y 8 h oscuridad. Así, los machos recibieron 2.5 meses de días largos artificiales. A partir del 16 de enero los machos solo recibieron las variaciones de la luz natural (11 h luz y 13 h oscuridad; Figura. 4). El tratamiento fotoperiódico induce un incremento en la secreción de testosterona y el volumen testicular, además estimula el comportamiento sexual de los machos durante el reposo sexual (Delgadillo et al., 2002; Fernández et al., 2022).

6.4 Valoración del estado anovulatorio en las hembras

A los 15 meses de edad, en los días 2 y 11 de marzo se tomaron muestras sanguíneas para determinar los niveles plasmáticos de progesterona con la finalidad de determinar si estaban anovulatorias. Los resultados indicaron que todas las hembras estaban anovulatorias. Antes de exponer a las hembras con los machos se registró el peso y la condición corporal en las hembras alojadas individualmente (31.1 ± 0.9 kg, y 2.9 ± 0.09) y en las hembras alojadas en grupo (34.0 ± 2.0 kg, y 3.3 ± 0.18).

6.5 Efecto macho

El 23 de marzo (día 0, 07:30 h), los 10 machos fueron separados al azar en dos grupos de 5 machos por cada grupo de hembras, cada macho fue puesto en un corral individual. A las 08:00 h, las hembras alojadas en grupo y las hembras alojadas individualmente fueron puestas en contacto una a una con un macho en el corral. Cada hembra fue puesta en contacto con un macho durante 30 min para registrar el comportamiento socio-sexual (1 macho \times 1 hembra). Cuando finalizaron las pruebas de comportamiento, las hembras de cada grupo fueron llevadas a otro corral. La proporción utilizada fue 1 macho \times 10 hembras. Las hembras alojadas en grupo permanecieron en su corral original y las hembras alojadas individualmente fueron puestas en un corral nuevo. Los machos permanecieron con las hembras durante 15 días. En cada grupo de hembras se utilizaron 2 machos. A partir del día 0 a las 18:00 h y en los siguientes días, los machos se intercambiaron a las 08:00 h y a las 18:00 h en cada grupo de hembras.



Figura 8 Día 0, primer contacto socio-sexual entre el macho cabrío foto-estimulado y hembras anéstricas alojadas individualmente y en grupo.

6.6 Variables a determinar

6.6.1 Hembras

Las hembras fueron sometidas a un muestreo sanguíneo mediante punción venosa de la yugular para determinar las concentraciones plasmáticas de cortisol, las muestras se tomaron por las mañanas cuatro días antes de la introducción del macho (-4, -3, -2, y -1), y cuatro después de la introducción del macho (días 0, 1, 2 y 3). Cada muestra sanguínea se depositó en un tubo de 5 mL conteniendo 30 μ L de heparina sódica (5000 UI/mL) como anticoagulante. Posteriormente, las muestras sanguíneas se centrifugaron a 3500 \times g durante 30 min, y el plasma se almacenó en tubos a -15 °C hasta que se llevó a cabo la determinación hormonal. El cortisol plasmático se determinó mediante un ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas (ELISA; EIA-1561, DRG International, Inc., USA). La sensibilidad del ensayo fue 0.045 ng/ml. Las muestras se corrieron en un solo ensayo y el coeficiente de variación intra-ensayo fue 8.3%.

6.6.2 Comportamiento socio-sexual en las hembras

En ambos grupos de hembras, durante los días 0, 1, y 2 después de la introducción del macho con las hembras se registraron las conductas como olfatear cualquier parte del cuerpo del macho con una distancia aproximada de 1-2 cm y alejarse del macho con una distancia aproximada de 30 a 100 cm.

6.6.3 Machos

Cada macho fue observado individualmente el día 0 a las 08:00 durante 30 min cuando fueron puestos en contacto con cada hembra de cada grupo experimental, durante el primer contacto socio-sexual con las hembras. Las conductas sexuales registradas fueron los olfateos anogenitales y las aproximaciones (Delgadillo et al., 2002; Fernández et al., 2020).

6.7 Nota ética

Todos los procedimientos realizados en este estudio se llevaron a cabo de acuerdo con el protocolo de la Ley de la Protección y Trato Digno de Animales para el Estado de Coahuila de Zaragoza (Congreso del Estado Independiente, Libre y Soberano de Coahuila de Zaragoza, 2013) que proporciona especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de animales de experimentación.

6.8 Análisis estadístico

Para analizar los comportamientos de las hembras como los olfateos al macho y alejarse del macho se utilizó un modelo que incluyó el efecto del grupo de hembras, el día de medición y la interacción entre el grupo de hembras y el día de medición, como efecto sujeto fue la hembra. Se empleó la metodología de Ecuaciones de Estimaciones Generalizadas. Las concentraciones de cortisol plasmático se analizaron utilizando un modelo completamente al azar con medidas repetidas utilizando la metodología de ecuaciones de estimación generalizadas. Para la selección del mejor modelo y la estructura de correlación con mejor ajuste, además se utilizó una extensión del criterio de información de Akaike, denominado cuasi-verosimilitud, bajo el criterio del modelo de independencia corregido (QICC). El comportamiento sexual de los machos se analizó mediante un modelo completamente aleatorio en el que se incluyó el efecto del grupo de hembras y se utilizó un método lineal generalizado. Los datos se presentan como la media marginal estimada \pm error estándar de la media, y el intervalo de confianza de Wald al 95%. Los análisis estadísticos se llevaron cabo utilizando el SPSS versión 22.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA (IBM Corp. Released 2013)). Las diferencias se consideraron significativas al $P < 0.05$.

VII. RESULTADOS

7.1 Perfil de cortisol plasmático

Las concentraciones de cortisol en plasma sanguíneo difirieron significativamente entre los 2 grupos de hembras en el día de la medición ($P < 0.001$; Figura. 9). Las hembras alojadas en grupo registraron mayor concentración de cortisol plasmático ($P < 0.05$) que las alojadas individualmente en los días -4, -3, -2 y -1, antes del primer contacto con los machos foto-estimulados, aunque esta concentración disminuyó hasta el día -1 en las hembras alojadas en grupo. Los resultados indicaron que el grupo de hembras alojadas individualmente, los niveles de cortisol en plasma fueron bajos y similares en los días -3 y -2, aunque no se detectó cortisol en plasma en el día -1. Sin embargo, cuando ambos grupos de hembras fueron puestas en contacto con los machos (día 0), se observó un aumento en la concentración de cortisol plasmático, y alcanzó niveles similares en ambos grupos de hembras ($P > 0.05$). Asimismo, no se observó diferencia significativa en las concentraciones de cortisol plasmático entre ambos grupos de hembras después de la introducción del macho en los días 1, 2 y 3 ($P > 0.05$; Figura. 9).

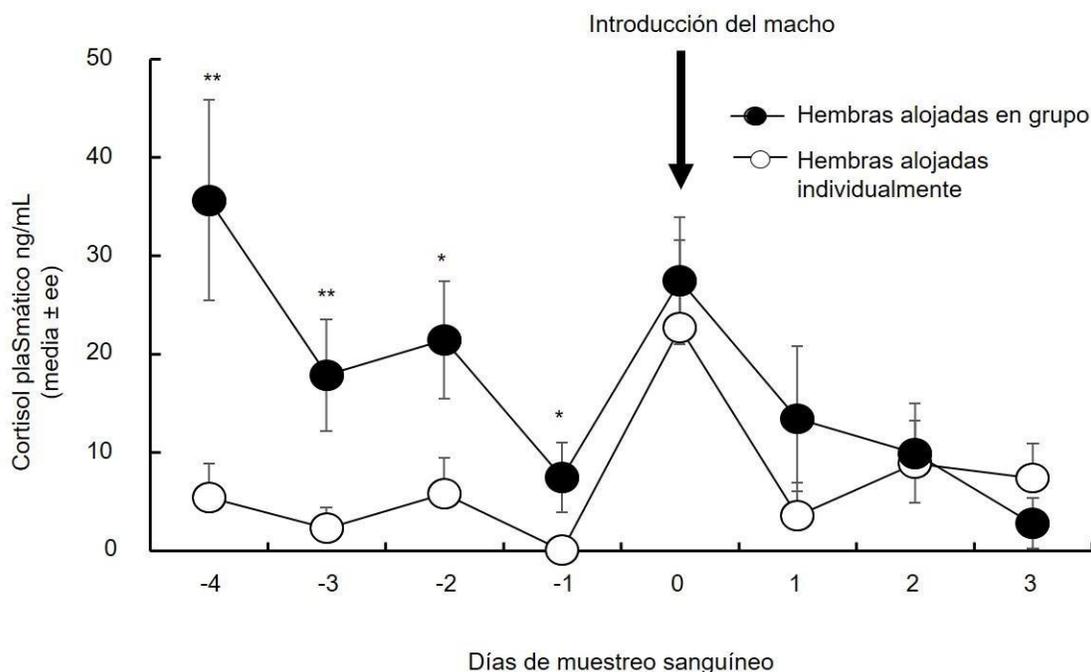


Figura 9 Concentraciones de cortisol plasmático (media \pm ee) en hembras anéstricas alojadas individualmente (\circ) y en hembras anéstricas alojadas en grupo (\bullet). Las muestras sanguíneas fueron tomadas en los días -4, -3, -2, -1, antes de la introducción de los machos y en los días 0, 1, 2 y 3 después de la introducción de los machos a los dos grupos de hembras. * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$.

7.2 Comportamiento socio-sexual en las hembras caprinas durante el primer contacto con los machos

7.2.1 Conductas socio-sexuales en hembras alojadas individualmente y en grupo

Los resultados indicaron diferencia significativa en el día de medición y en la interacción de día \times grupo de hembras ($P < 0.001$). Los resultados indicaron que los olfateos al macho no difirieron significativamente en el día 0, durante el primer contacto con el macho cabrío foto-estimulado, entre ambos grupos de hembras. Esta misma respuesta se observó en el día 2 en ambos grupos de hembras ($P > 0.05$; Cuadro 2). Aunque en el día 1, los olfateos al macho fueron mayores en las hembras alojadas en grupo que en las alojadas individualmente ($P < 0.05$). También en el día 0, durante el primer contacto con el macho, tanto las hembras alojadas en

grupo como las alojadas individualmente mostraron la misma frecuencia en los alejamientos del macho ($P > 0.05$). Aunque en el día 1 ambos grupos de hembras incrementaron de manera similar esta conducta con respecto al día 0 ($P < 0.01$). Finalmente, en el día 2, los dos grupos de hembras disminuyeron significativamente ($P < 0.01$) y de manera similar alejarse del macho tomando como referencia al día 0 (Cuadro 2).

Cuadro 2 Conductas socio-sexuales en hembras anéstricas alojadas individualmente y hembras anéstricas alojadas en grupo durante el primer contacto con el macho cabrío foto-estimulado. Las conductas socio-sexuales se registraron a las 08:00 h durante 30 minutos en los días 0, 1 y 2 después de la introducción de los machos a los grupos de hembras.

	Días después de la introducción del macho a los grupos de hembras	Hembras alojadas individualmente	Hembras alojadas en grupo
Olfateos al macho	0	2.00 – 9.50	0.19 – 1.35
	1	0.01 – 1.09 ^a	1.75 – 4.18 ^b
	2	0.47 – 2.57	0.72 – 2.71
Alejarse del macho	0	12.60 – 22.66	6.48 – 11.41
	1	1.83 – 5.60 ^{**}	1.23 – 2.36 ^{**}
	2	0.91 – 5.80 ^{**}	1.69 – 5.66 [*]

Las conductas se expresan como valores inferiores y superiores con un intervalo de confianza de Wald al 95%. Literales diferentes entre columnas difieren significativamente ($P < 0.05$). Con respecto al día 0. * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$.

7.2.2 Comportamiento sexual de los machos cabríos foto-estimulados

Los machos registraron más aproximaciones y olfateos anogenitales a las hembras alojadas individualmente que a las hembras alojadas en grupo ($P < 0.05$).

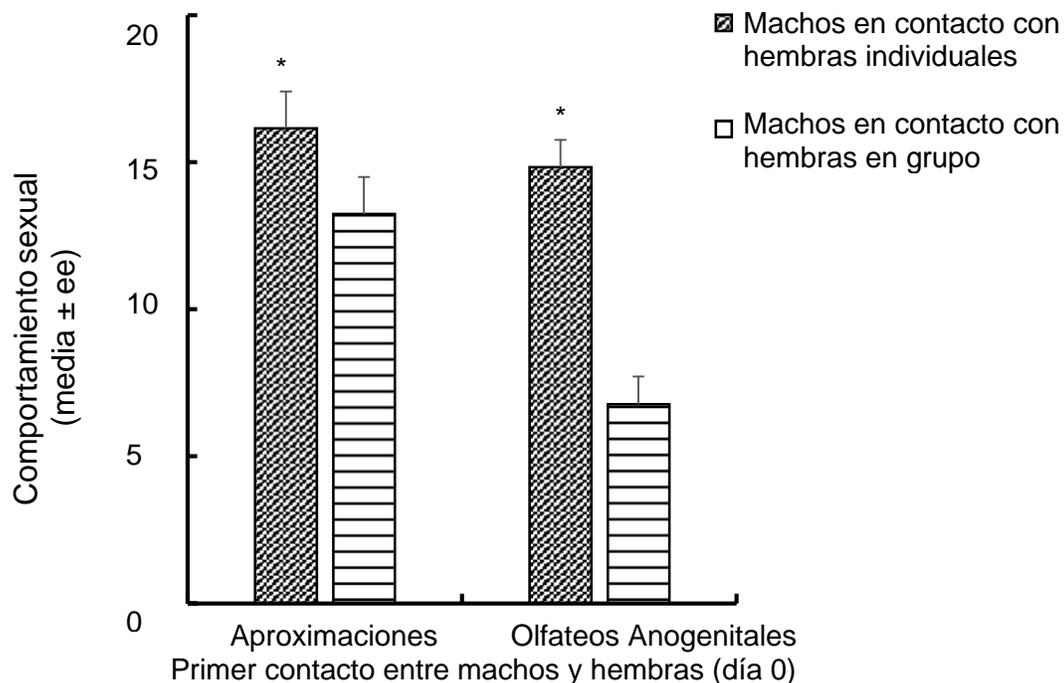


Figura 10 Comportamiento sexual de machos cabríos foto-estimulados (media

± ee) durante el primer contacto con hembras alojadas en grupo (Líneas horizontales) y hembras alojadas individualmente (Líneas inclinadas). El comportamiento sexual se registró en el día 0 a las 08:00 h durante 30 min. Los machos fueron sometidos a un tratamiento de días largos artificiales (16 h de luz y 8 h de oscuridad por día, del 1 de noviembre al 15 de enero). Posteriormente los machos recibieron el fotoperiodo natural (11 h luz y 13 h oscuridad).

VIII. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio muestran que las hembras alojadas en grupo social presentaron significativamente mayor nivel de cortisol plasmático antes del primer contacto con el macho foto-estimulado, aunque en el día -2 se observó un pico más alto en el nivel de cortisol y, posteriormente disminuyó la concentración plasmática de cortisol. En cambio, en las hembras alojadas individualmente los niveles de cortisol permanecieron a niveles bajos, antes de la introducción del macho. Entonces, una posibilidad es que estos resultados sugieren que las hembras alojadas en grupo fueron altamente sensibles al manejo ocasionado por la toma de muestra sanguínea (Sheriff et al., 2011). Otra posibilidad es que este grupo de hembras fue que posiblemente experimentó temor o se sintieron amenazadas al separarlas del grupo social durante el muestreo sanguíneo, experimentando estrés social (Miranda-de la Lama y Mattiello, 2010). El estrés social es el que experimentan las especies que son consideradas como animales sociales, donde la separación social de su grupo original o por el aislamiento social, corto o prolongado, induce incremento de cortisol (Kannan et al., 2002; Cacioppo et al., 2011). Asimismo, otras especies sociales como los porcinos y los bovinos, al separarlos de su grupo original o en caso de mantenerlos separados por largo tiempo de animales de misma especie también incrementan los niveles de cortisol (Creel y Albright, 1988; Kanitz et al., 2009). En cambio, los animales que son mantenidos en grupo social tienen mayor probabilidad de éxito reproductivo comparado con los animales que son alojados de manera individual (Hawkley et al., 2012). Como se mencionó anteriormente las hembras que fueron alojadas en corral individual en los días previos a la introducción del macho foto-estimulado no registraron niveles altos de cortisol plasmático. Esta respuesta probablemente se debe a que estas hembras estaban acostumbradas al manejo por una persona, por ejemplo, cuando les fue proporcionado el forraje y el concentrado, cuando se les suministró el agua, cuando se llevó a cabo la limpieza de su corral.

Sin embargo, los resultados del presente estudio indican que en el día 0, cuando los machos fueron puestos en contacto con los dos grupos de hembras, ambos grupos incrementaron de manera similar los niveles de cortisol plasmático. Estos resultados muestran que la exposición repentina a los machos foto-estimulados si fue un factor altamente estresante para las hembras anéstricas, ya estas hembras fueron criadas sin contacto social de machos cabríos. Aunque en los días posteriores, en los días 1 y 2, después de la introducción de los machos las concentraciones de cortisol plasmático disminuyeron tanto en las hembras alojadas individualmente como en las hembras alojadas en grupo. Estos resultados sugieren que la presencia del macho ya no fue estresante para dichas hembras, entonces dichas hembras aceptaron e interactuaron el macho foto-estimulado. Entonces el alto comportamiento sexual de los machos, así como, el olor de los machos fue altamente atrayente para ambos grupos de hembras. Ello se confirma porque las hembras incrementaron las conductas socio-sexuales durante las pruebas de comportamiento que se llevaron a cabo durante 30 minutos en el día 0, es decir durante el primer contacto con el macho foto-estimulado. Los resultados indican que las conductas socio-sexuales como olfatear al macho y alejarse del macho fueron similares durante en el primer contacto (día 0) con los machos foto-estimulados en las hembras alojadas individualmente o en las alojadas en grupo. De hecho, alejarse del macho, como indicador de miedo o estrés, tampoco difirió entre los dos grupos de hembras. Estos resultados sugieren que ambos grupos de hembras experimentaron el mismo nivel de estrés social durante el primer contacto con el macho. Además, los resultados muestran que los dos grupos de hembras expresaron casi la misma intensidad de comportamientos socio- sexuales como son los olfateos al macho y alejarse del macho. Entonces los resultados del presente estudio indican que los dos grupos de hembras anéstricas con edad de 15 meses, que no habían tenido contacto con un macho mostraron la misma atracción por el macho foto-estimulado durante el primer encuentro socio-sexual, esta respuesta es similar al que se observó en hembras que ya habían tenido contacto socio-sexual previo con el macho cabrío foto-estimulado (Fernández et al., 2021).

Entonces, los resultados del presente trabajo de investigación indican que en las hembras anéstricas alojadas individualmente como en las alojadas en grupo en contacto con machos foto-estimulados, el eje hipotálamo-pituitaria-gónadas se activó, ya que las hembras interactuaron con el macho. El eje hipotálamo-pituitaria-gónadas también controla el comportamiento sexual en los animales. Además, los resultados muestran que a pesar del incremento en el cortisol plasmático en el día 0, durante el primer contacto con el macho cabrío, se activó el eje hipotálamo-pituitaria-adrenales, pero no influyó negativamente en la expresión de las primeras conductas socio-sexuales en las hembras experimentales. En cambio, las ovejas son más sensibles a cualquier tipo de estresor, como es el aislamiento social, ya que se ha observado que el cortisol plasmático afecta negativamente la respuesta sexual y conductual en dichos animales (Pierce et al., 2008; Bertoni y Trevisi, 2009; Dobson et al., 2012; Narayan y Parisella, 2017).

Con relación a los machos foto-estimulados los resultados del presente estudio indican que los machos expresaron más aproximaciones y olfateos anogenitales a las hembras alojadas individualmente, lo que sugiere que este grupo de hembras fue más atractivo para los machos durante el primer contacto social. Además, aunque en el presente estudio no se determinaron todas las conductas sexuales en los machos está reportado que los machos foto-estimulados incrementan el comportamiento sexual, la concentración plasmática de testosterona, el olor y la circunferencia escrotal (Delgadillo et al., 2002; Ponce et al., 2014; Fernández et al., 2022).

IX. CONCLUSIONES

Se concluye que las hembras anéstricas alojadas individualmente como las alojadas en grupo mostraron elevadas concentraciones de cortisol plasmático. Sin embargo las hembras alojadas individualmente disminuyeron los olfateos al macho solamente en el día 1, mientras que las huidas de las hembras al macho fueron similares en los dos grupos.

X. BIBLIOGRAFÍA

Arthur, C., Guyton, M.D., Jonh, E., Hall, D. 2011. Endocrinología y Reproducción. Department of Physiology and Biophysics. Décimo Primera Edición. 918- 929.

Blanchard, R.J., McKittrick, C.R., Blanchard, D.C. 2001. Animal models of social stress: Effects on behavior and brain neurochemical systems. *Physiology Behavior*. 73: 261–271.

Bertoni, G., Trevisi, E. 2009. Some physiological and biochemical methods for acute and chronic stress evaluation in dairy cows. *Italian Journal of Animal Science*. 8: 265-286.

Bronson, F.H. 1985. Mammalian Reproduction: An Ecological Perspective. *Biology of Reproduction*. 32: 1-26.

Cacioppo, J.T., Louise, C., Hawkey, J., Bersnton, G. 2011. Social isolation. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1: 17-22.

Bayona, J. E. V., Martínez, L. Z., Bermejo, J. V. D., Galván, G. R. 2016. Biodiversidad caprina iberoamericana. Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia. 1: 8-11.

Chemineau, P., Delgadillo, J.A. 1994. Neuroendocrinología de la Reproducción en el Caprino. *Revista Científica, Universidad Del Zulia Facultad de Ciencias Veterinarias Division de Investigacion*. 1: 85-101.

Creel, S.R., Albright, J.L. 1988. The effects of neonatal social isolation on the behavior and endocrine function of Holstein calves. *Applied Animal Behaviour Science*. 21: 293-306.

Chrousos, G. 2000. The HPA Axis and The Stress Response. *Endocrine Research*. 26: 513-514.

Congreso del Estado independiente, Libre y Soberano de Coahuila de Zaragoza 2013. Ley de Protección y Trato Digno a los animales para el

Estado de Coahuila de Zaragoza. Ley publicada en el Periódico Oficial. <http://periodico.sfpcoahuila.gob.mx/ArchivosPO/96-PS-29-NOV-13.pdf>.

Recuperado el 18 de octubre de 2022.

CONAGUA. 2019. Comisión Nacional del Agua. <https://smn.conagua.gob.mx/es/>. Recuperado el 11 de septiembre de 2022.

Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpoux, B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical. *Theriogenology*. 52: 727-737.

Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpoux, B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *Journal Of Animal Science*. 80: 2780–2786

Delgadillo, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Duarte, G., Véliz, F., Carillo, E., Flores, J., Vielma, J., Hernández, H., Malpoux, B. 2004. Management of photoperiod to control caprine reproduction in the subtropics. *Reproduction Fertility and Development*. 16: 471-478.

Delgadillo, J.A., Duarte, G., Flores, J., Vielma, J., Hernandez, H., Fitz Rodriguez, G., Bedos, M., Fernández, I.G., Muñoz-Gutierrez, M., Retana-Marquéz, Ma., Keller, M. 2012. Control of the sexual activity of goats without Exogenous hormones: use of photoperiod, male effect and nutrition. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 1: 15-27.

Delgadillo, J.A., Gelez, H., Ungerfeld, R., Hawken, P.A., Martin, G.B. 2009. The 'male effect' in sheep and goats: Revisiting the dogmas. *Behavioural Brain Research*. 200: 304-314.

Dobson, H., Smith, R.F. 2000. What is stress, and how does it affect reproduction? *Animal Reproduction Science*. 21: 60-61.

Dobson, H., Fergani, C., Routly, J.E., Smith, R.F. 2012. Effects of stress on reproduction in ewes. *Animal Reproduction Science*. 130: 135–140.

Duarte, G., Flores, J.A., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Domestic Animal Endocrinology*. 35: 362-370.

Duarte, G., Nava-Hernandez, M.P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2010. Ovulatory activity of female goats adapted to the subtropics is responsive to photoperiod. *Animal Reproduction Science*. 120: 65-70.

FAOSTAT. 2012. Estadísticas de producción de leche de cabra a nivel mundial y nacional. <http://fenix.fao.org/faostat/internal/en/#home>. Recuperado el 14 de septiembre de 2022.

Fernández, I.G., Luna-Orozco, J.R., Vielma, J., Duarte G., Hernandez, H., Flores J.A., Gelez, H., Delgadillo, J.A. 2011. Lack of sexual experience does not reduce the responses of LH, estrus or fertility in anestrus goats exposed to sexually active males. *Hormones and Behavior*. 60: 484-488.

Fernández, I.G., Loya-Carrera, J., Sifuentes-Lamónt, P., Duarte, G., Flores, J.A., Hernández, H., Ulloa-Arvizu, R., Andrade-Esparza, J. 2020. Social isolation does not inhibit sexual behaviour and testosterone secretion in sexually inexperienced photo-stimulated bucks in contact with seasonally anoestrus goats. *Ital Journal Of Animal Science*. 19: 989-996.

Fernández, I.G., Flores, J.A., Duarte, G., Hernández, H., Fitz-Rodríguez, G., Vielma, J. 2021. Previous sexual experience does not improve estrous behavior and ovulatory activity in seasonally anestrus goats in contact with photostimulated bucks. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. 9: 1-7.

Fernández, I.G., Avilés, R., Grimaldo-Viesca, E., Ulloa-Arvizu, R., Duarte, G., Flores, J.A., Hernández, H. 2022. Sexually inexperienced, photo-stimulated. 27-month-old male goats showed undiminished sexual behavior and ability to induce estrus and ovulation in anestrus females. *Small Ruminant Research*. 206: 1-7.

Gelez, H., Archer, E., Chesneau, D., Lindsay, D., Fabre-Nys, C. 2004. Role of experience in the neuroendocrine control of ewes sexual behavior. *Hormones and Behavior*. 45: 190–200.

Hawken, P.A.R., Evans, A.C.O., Beard, A.P. 2008. Prior exposure of maiden ewes to rams enhances their behavioural interactions with rams but is not a pre-requisite to their endocrine response to the ram effect. *Animal Reproduction Science*. 108: 13–21.

Hawkley, L.C., Cole, S.W., Capitanio, J.P., Norman, G.J., Cacioppo, J.T. 2012. Effects of social isolation on glucocorticoid regulation in social mammals. *Hormones and Behavior*. 62: 314–323.

IBM, Corp. Released 2013. IBM SPSS Statistics for Windows. Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.

Kannan, G., Terrill, T.H., Kouakou, B., Gelaye, S., Amoah, E.A. 2002. Simulated preslaughter holding and isolation effects on stress responses and live weight shrinkage in meat goats. *American Society of Animal Science*. 80: 1771-1780.

Kanitz, E., Puppe, B., Tuchscherer, M., Herber, M., Viergutz, T., Tuchscherer, A. 2009. A single exposure to social isolation in domestic piglets activates behavioural arousal, neuroendocrine stress hormones, and stress-related gene expression in the brain. *Physiology and Behavior*. 98: 176-185.

Malpaux, B., Robinson, J.E., Wayne, N.L., Karsch, F.J. 1989. Regulation of the onset of the breeding season of the ewe: Importance of long days and of an endogenous reproductive rhythm. *Journal of Endocrinology*. 122: 269- 278.

Martin, G., Olham, C., Cognie, Y., Pearce, D. 1986. The physiological response of anovulatory ewes to the introduction of rams. *Livestock Production Science*. 15: 219–247.

Martínez-Alfaro, J.C., Hernández, H., Flores, J.A., Duarte, G., Fitz-Rodríguez, G., Fernández, I.G., Bedos, M., Chemineau, P., Keller, M., Delgadillo, J.A., Vielma, J. 2014. Importance of intense male sexual behavior for inducing the preovulatory LH

surge and ovulation in seasonally anovulatory female goats. *Theriogenology*. 82: 1028-1035.

Miranda-de la Lama, G.C., y Mattiello, S. 2010. The importance of social behaviour for goat welfare in livestock farming. *Small Ruminant Research*. 90: 1- 10

Murtagh, J.J., Gray, S.J., Lindsay, D.R., Oldham, C.M. 1984. The influence of the 'ram effect' in 10–11-month-old merino ewes on their subsequent performance when introduced to rams again at 15 months of age. *Animal Production in Australia*. 15: 490-493.

Narayan, E., Parisella, S. 2017. Influences of the stress endocrine system on the reproductive endocrine axis in sheep (*Ovis, aries*). *Italian Journal of Animal Science*.16: 640-651.

Ponce, J.L., Velázquez, H., Duarte, G., Bedos, M., Hernández, H., Keller M., Chemineau, P., Delgadillo, J.A. 2014. Reducing exposure to long days from 75 to 30 days of extra-light treatment does not decrease the capacity of male goats to stimulate ovulatory activity in seasonally anovulatory females. *Domestic Animal Endocrinology*. 48: 119-125.

Price y Thos.1990. Rearing bulls with females fails to enhance sexual performance. *Applied Animal Behavior Science*. 26: 339-347.

Pierce, B.N., Hemsworth, P.H., Rivalland, E.T., Wagenmaker, E.R., Morrissey A.D., Papargiris, M.M., Clarke, I.J., Karsch, F.J., Turner, A.I., Tilbrook, A.J. 2008. Psychosocial stress suppresses attractivity, proceptivity and pulsatile LH secretion in the ewe. *Hormones and Behavior*. 54: 424-434

Restall, B. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Animal Reproduction Science*. 27: 305-318.

Revel, F.G., Masson-Pévet, M., Pévet, P., Mikkelsen, J.D., Simonneaux, V. 2009. Melatonin controls seasonal breeding by a network of hypothalamic targets. *Neuroendocrinology*. 90: 1-14.

Rivera, G.M., Alanis, G.A., Chaves, M.A., Ferrero, S.B, Morello, H.H. 2003. Seasonality of estrus and ovulation in creole goats of Argentina. *Small Ruminant Research*. 48:109-117.

Salinas González, H., Maldonado, J., Torres Hernández, G., Triana Gutiérrez, M., Isidro Requejo, L., Meda Alducin, P. 2015. Calidad composicional de la leche de cabras locales en la Comarca Lagunera. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*. 14: 175-184

Sheriff, M.J., Dantzer, B., Delehanty, B., Palme, R., Boonstra, R. 2011. Measuring stress wildlife: techniques for quantifying glucocorticoids. *Oecología*. 166: 869-887.

SIAP-SAGARPA. 2013. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria. Consultado el 17 de septiembre de 2022.

Siebert, K., Langbein, J., Schon, P.C., Tuchscherer A., Puppe, B. 2011. Degree of social isolation effects behavioral and vocal response patterns in dwarf goats (*Capra hircus*). *Applied Animal Behavior Science*. 131: 53- 62

Ungerfeld, R. 2007. Factores sociales que afectan la función ovárica. Conceptos novedosos en endocrinología ovárica. 24: 169-221.

Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Henniawati. 1993. The male effect in the Australian cashmere goat. Role of olfactory cues from the male. *Animal Reproduction Science*. 32: 55–67.