

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MEDICO VETERINARIAS



El estrés calórico y su expresión en la productividad y la reproducción de las  
cabras en zonas semiáridas

Por:

**Maria Guadalupe Camacho Navarro**

MONOGRAFIA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Torreón, Coahuila, México  
Marzo, 2023

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MEDICO VETERINARIO

El estrés calórico y su expresión en la productividad y la reproducción de las cabras en  
zonas semiáridas

Por:

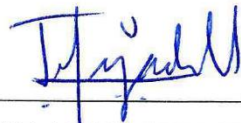
**Maria Guadalupe Camacho Navarro**

MONOGRAFIA

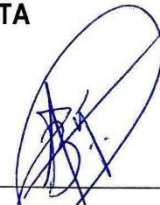
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito para obtener  
el título de:

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**


Aprobado por:



DRA. LUZ MARIA TEJADA UGARTE  
Presidente



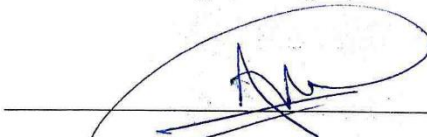
MC. ARACELY ZUÑIGA SERRANO  
Vocal



MC. JOSE LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELIAS  
Vocal



MVZ. LUIS ROBERTO ZIVEC GAXIOLA  
Vocal Suplente



MC. JOSE LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELIAS  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México  
Marzo 2023

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MEDICO VETERINARIO

El estrés calórico y su expresión en la productividad y la reproducción de las cabras en  
zonas semiáridas

Por:

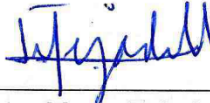
**Maria Guadalupe Camacho Navarro**

MONOGRAFIA

Presentado como requisito parcial para obtener el título de

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobado por el Comité de Asesoría:



Dra. Luz María Tejada Ugarte  
Asesora Principal



M.C José Luis Fco. Sandoval Elías  
Co-asesor



M.C Aracely Zúñiga Serrano  
Co-asesor



MC. JOSE UIS FRANCISCO SANDOVAL ELIAS  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México  
Marzo 2023



# 1 AGRADECIMIENTOS

## **A mi madre**

La Sra. Patricia Navarro Franco por ser siempre ser mi más grande compañera y guía durante toda mi carrera, aún recuerdo la primera vez que presente y no quede pero ella siempre me animo para volver a intentar y hoy esto a punto de concluir lo que se inició hace años gracias por tu apoyo incondicional por cada abrazo y regaño para poderme impulsar para terminar esta bella profesión.

Gracias Mama por quedarte a mi lado a pesar de todo, Te Amo. Este logro es tanto tuyo como mío.

## **A mis docentes**

Sus enseñanzas hoy están dando frutos, les debo tanto por su dedicación y por comprender gran parte la distancia tan larga que tenía que recorrer para poder llegar a mis clases, gracias por siempre tomarse el tiempo para explicarme lo que no entendía, a muchos me los llevo en el corazón.

## **A mis hermanos**

Estela Camacho, Patricia Camacho y Héctor Camacho sin sus palabras de aliento, apoyo incondicional, sin sus aplausos y porras jamás hubiera logrado esto han estado lejos y cerca en cada paso que he dado gracias por cuidarme cuando más sola me quede hoy sé que solo tengo hermanos y mama que siempre van a estar orgullosos de este mi logro, los amo.

## **A mis amigas**

Alejandra Navarro, pero en especial Sabrina Rose Bruce por toda su ayuda, por desvelarse estudiando, haciendo tareas y ser mi mejor apoyo cuando mi vida se vio muy complicada y por cada noche de café y pijamada, te admiro y te aprecio demasiado te volviste parte de mi familia y ese lugar siempre va ser tuyo.

## **A mi padrastro**

Sin tu ayuda jamás hubiera podido continuar sola, gracias por haberme brindado tu apoyo incondicional tanto económico como un nuevo hogar hoy este logro también es para ti, muchas gracias.

## 2 DEDICATORIA

**A mi madre, hermanos y sobrinos,** por quedarse a mi lado luchando y dándome los mejores consejos para alentarme a llegar hasta esta etapa este logro no solo es mío es también para ustedes, siempre han sido mi fuente de inspiración que cuando se quiere se puede espero en un futuro poderles dar un poquito de todo lo que ustedes me han dado, esto es solo el comienzo de una nueva etapa. Lo amo familia y muchas gracias por todo.

# INDICE

1	AGRADECIMIENTOS.....	i
2	DEDICATORIA .....	ii
3	INDICE DE FIGURAS .....	iv
4	INTRODUCCION.....	1
4.1	SISTEMA DE PRODUCCION CAPRINA EN MEXICO Y LAS CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES DE LA COMARCA LAGUNERA .....	1
4.2	LAS ALTAS TEMPERATURAS MEDIOAMBIENTALES Y ESTRÉS CALORICO .....	2
4.3	ESTRÉS CALORICO Y SU EFECTO EN LA PRODUCCION DE LECHE CAPRINA.....	3
4.4	ESTRÉS CALÓRICO Y SU EFECTO EN ASPECTOS REPRODUCTIVOS DE LA CABRA. ....	4
4.4.1	Manifestación de estro y crecimiento folicular.....	5
4.4.2	Fertilidad .....	6
5	ACCIONES PARA MINIMIZAR EL EFECTO DEL ESTRÉS CALORICO .....	10
5.1	Manejo .....	10
5.2	Nutricionales .....	11
6	CONCLUSIONES .....	12
7	LITERATURA CITADA.....	13

### 3 INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Diagrama de posibles efectos del cambio climático en los sistemas de producción de pequeños rumiantes (Mullender et al., 2017).....	3
<b>Figura 2</b> Impactos negativos del estrés por calor en las cabras (Modificado de Pragna et al., 2017).....	5
<b>Figura 3</b> Factores que influyen en el inicio de la pubertad de la hembra (Jainudeen et al., 2002). .....	7
<b>Figura 4</b> Dinámica endocrina sobre estrés y producción animal (Pereira, 2005)...	8
<b>Figura 5</b> Diagrama esquemático de los efectos del estrés por calor en las funciones reproductivas en mamíferos machos y hembras (Takahashi., 2012). .....	9

## 4 INTRODUCCION.

### 4.1 SISTEMA DE PRODUCCION CAPRINA EN MEXICO Y LAS CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES DE LA COMARCA LAGUNERA

En México, la producción de cabras se concentra en las regiones áridas donde prevalecen zonas de marginación con pobreza, la escasez de agua y la sequía que limitan la variedad y cantidad de recursos naturales (Escareño et al., 2011). La Comarca Lagunera (ubicada en los estados de Coahuila y Durango) es reconocida como la principal región productora de leche de cabra en México (Maldonado *et al.*, 2018) una región con clima semi-árido del norte del país que mantiene un entorno medioambiental extremo con temperaturas de -10 a 40°C y precipitación pluvial de 257 a 792 mm con lluvias torrenciales en un espacio de tiempo corto, suelos de calidad reducida y alta evaporación; éstas regiones son consideradas agostaderos pobres no aptos para la ganadería intensiva ni actividades agrícolas, la vegetación predominante son comunidades arbustivas de matorral xerófilo, abundantes cactus con pastizales escasos, alternado con árboles de mezquite y huizache (Cervantes, 2002) (González, 2012).

Las cabras se distribuyen predominantemente en las regiones tropicales y subtropicales, por lo tanto, se les considera una especie capaz de sobrevivir y producir fácilmente en estos entornos exigentes. Sin embargo, la producción de cabras puede verse comprometida hasta cierto punto para sobrevivir en entornos hostiles (Seijan et al., 2021). El pastoreo diariamente consiste en recorridos de en promedio seis horas al día en las tierras comunales del ejido y a las áreas agrícolas que han sido cosechadas, el resto del día se resguardan en corrales para protegerlas del medioambiente y complementarle la alimentación, con distintos forrajes y concentrados (Castillo et al., 2014).



## 4.2 LAS ALTAS TEMPERATURAS MEDIOAMBIENTALES Y ESTRÉS CALORICO

Los modelos climáticos actuales predicen un aumento en las temperaturas promedio del mundo, por lo que se espera que el impacto negativo del estrés calórico (EC) en el rendimiento y bienestar animal aumente significativamente. (Espinosa et al., 2018). El estrés calórico es común en las regiones tropicales y subtropicales, sin embargo, el cambio climático puede aumentar la frecuencia de las olas de calor y extender las condiciones del (EC) en el mundo, donde sólo ocurre en ciertas épocas del año (regiones templadas). (Espinosa et al., 2018).

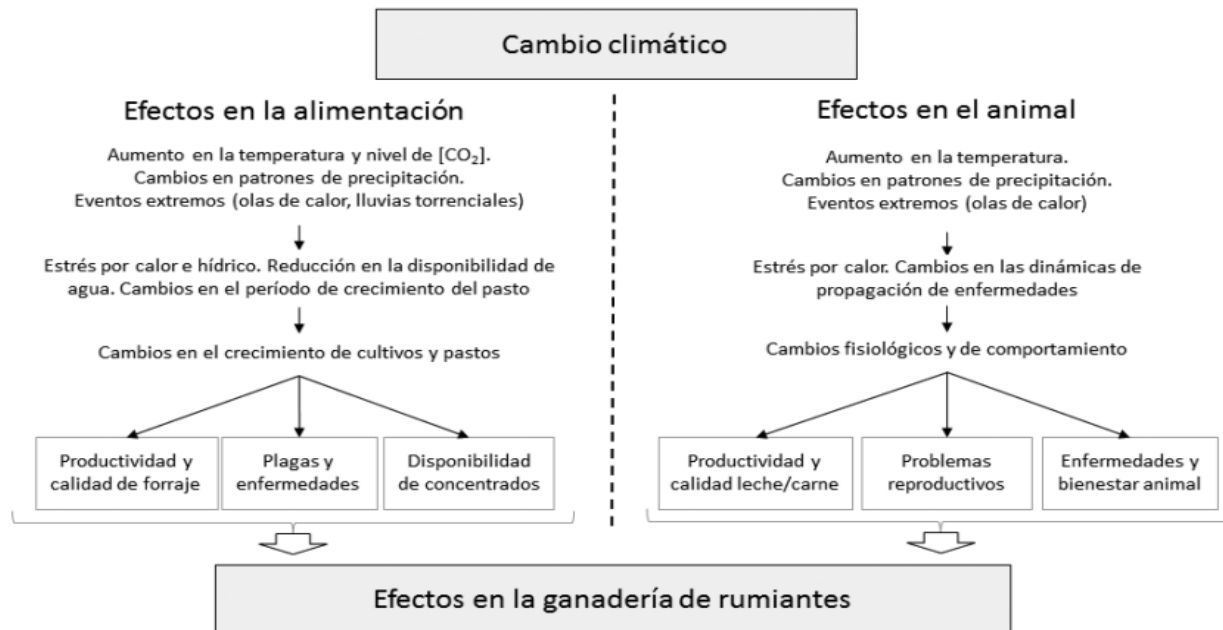
El estrés por calor ocurre cuando una combinación de condiciones medioambientales, tales como temperatura del aire, humedad relativa, movimiento del aire, y radiación solar causan que la temperatura efectiva del medio ambiente sea más alta que la zona “termoneutral” o de confort de un animal. (Olguin et al., 2012).

El estrés es una respuesta inespecífica del organismo animal ante condiciones ambientales adversas que produce ajustes fisiológicos y metabólicos para mantener la homeostasis, genera efectos sobre el sistema nervioso central, el sistema neuroendocrino y el sistema inmune (Plazas et al., 2018).

El cambio climático afecta a la ganadería de rumiantes de diferentes formas: directamente, sobre el animal (productividad, reproducción, bienestar, salud) e indirectamente, a través de la disponibilidad de alimentos (Prado et al., 2020). El estrés por calor en rumiantes induce cambios en su metabolismo de agua y energía, todos estos mecanismos implican un consumo adicional de energía y un cambio en los patrones de ingesta. Con estrés por calor, por ejemplo, disminuye la ingesta en materia seca (MS) y consecuentemente, se reduce la productividad a la vez que se induce a una mayor ingesta de agua. (Prado et al., 2020).

Las altas temperaturas asociadas a la alta humedad del aire y la radiación solar son los principales elementos climáticos estresantes que provocan una disminución

de la tasa de crecimiento, producción de leche y en fallas reproductivas, reduciendo la tasa de fertilidad de los rebaños. ( Velasquez et al., 1998)



**Figura 1** Diagrama de posibles efectos del cambio climático en los sistemas de producción de pequeños rumiantes (Mullender et al., 2017).

### 4.3 ESTRÉS CALORICO Y SU EFECTO EN LA PRODUCCION DE LECHE CAPRINA

Los efectos de la EC sobre la fertilidad son más pronunciados en los animales lactantes debido a la gran cantidad de calor producido como resultado de la lactancia dificulta la regulación de la temperatura corporal durante la EC (Al-Dawood, 2017).

El estrés por calor reduce la producción de leche debido a que disminuye el consumo de alimento durante la exposición al estrés por calor en las cabras. En general, la curva de lactancia de las cabras, independientemente de la raza, invariablemente disminuye durante los calurosos meses de verano (Seijan et al., 2021).

Además, bajo condiciones de estrés por calor (EC) la producción de leche caprina disminuye significativamente el contenido de grasa y proteína de la leche, (Hamzaoui et al., 2020) lactosa y sólidos totales de la leche, lo que reduce la calidad de la leche. Tal efecto podría deberse a niveles de energía insuficientes, ya que en los animales estresados por el calor, la energía se desvía predominantemente para mantener las actividades de mantenimiento de la vida. Sin embargo, el efecto de tales impactos varía de acuerdo con el potencial genético, la etapa de lactancia y la disponibilidad nutricional de las cabras durante su exposición al estrés por calor (Seijan et al., 2021).

En condiciones de EC, la ingesta de MS disminuye entre un 25 y un 40 % en las cabras lecheras, lo que provoca un balance energético negativo y una pérdida de peso corporal (PC) (Hamzaoui et al., 2020).

#### **4.4 ESTRÉS CALÓRICO Y SU EFECTO EN ASPECTOS REPRODUCTIVOS DE LA CABRA.**

El sistema reproductivo animal es más sensible al calor que otros tejidos tanto hembras como machos, por tanto la exposición a elevadas temperaturas tiene como consecuencia baja eficiencia reproductiva.

La actividad sexual puede verse restringida hasta cierto punto durante los meses de verano debido a los efectos adversos de la alta temperatura ambiental y la falta de alimento (Marai et al., 2008).

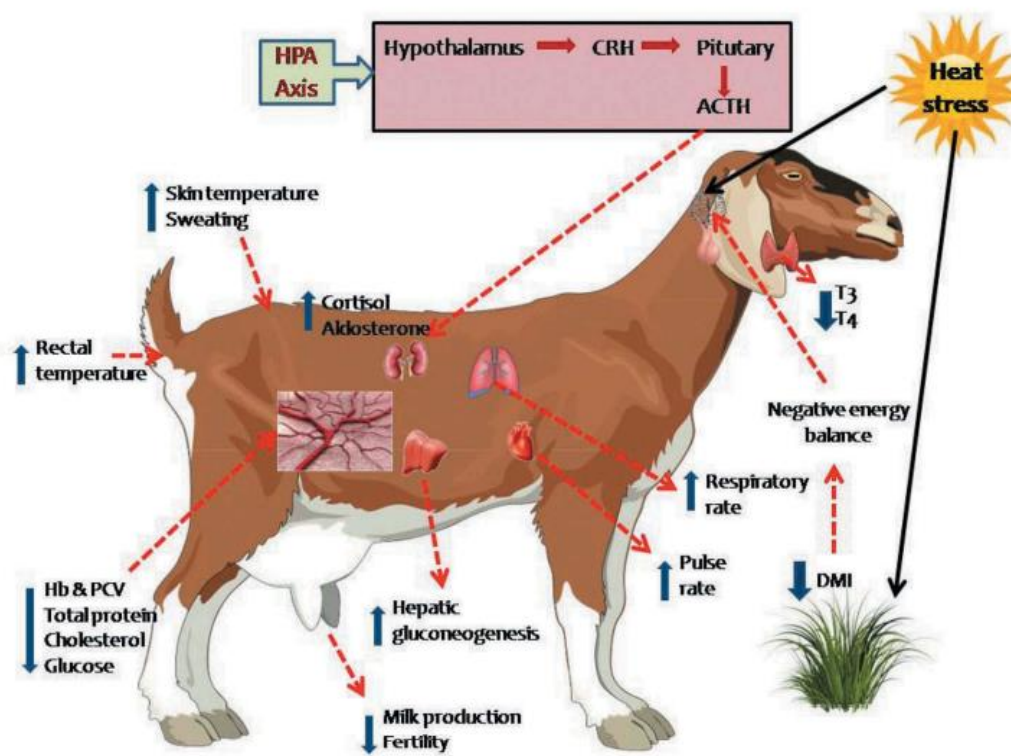
En los machos cabríos la temperatura corporal elevada durante períodos de temperatura ambiente alta conduce a baja libido, bajos niveles de testosterona, degeneración testicular, baja motilidad espermática, y reducción del porcentaje de espermatozoides normales y fértiles en el eyaculado (Marai et al., 2008).

En las hembras, el EC reduce la fertilidad, la ovulación, la tasa de concepción, la expresión del celo, la supervivencia embrionaria y el desarrollo fetal. El EC afecta el desarrollo folicular y de los ovocitos al alterar la secreción y la dinámica de la

progesterona, las hormonas luteinizantes y estimulantes del foliculo durante el ciclo estral (Al-Dawood, 2017).

#### 4.4.1 Manifestación de estro y crecimiento folicular

La temperatura ambiente alta afecta negativamente la capacidad de mostrar el comportamiento sexual, ya que reduce tanto la duración como la intensidad del celo además de aumentar la incidencia del celo anestro y silencioso en animales de granja, esta reducción se ha atribuido a reducir la ingesta de materia seca y los efectos posteriores sobre la producción de hormonas a medida que aumenta la ACTH y secreción de cortisol (Gupta and Mondal 2021).



**Figura 2** Impactos negativos del estrés por calor en las cabras (Modificado de Pragna et al., 2017).

Las secreciones pulsátiles de LH impulsan la esteroidogénesis folicular. Sin embargo, cuando las cabras están expuestas a una temperatura ambiente alta, se

suprime el crecimiento folicular para la ovulación, acompañado de una disminución de la LH. Por lo tanto, esto conduce a la regresión de los folículos antes de la ovulación (Wolfenson et al., 2000).

Por otro lado, el estradiol es importante en el mantenimiento de la función ovárica, el desarrollo del folículo y la atresia ovárica, además inhibe la apoptosis de las células de la granulosa y promueve la división y el crecimiento de las células de la granulosa. Sin embargo, la exposición al estrés por calor disminuye las concentraciones de estradiol en los folículos, a su vez la baja secreción de estradiol suprime los signos de estro (Gupta y Mondal 2021).

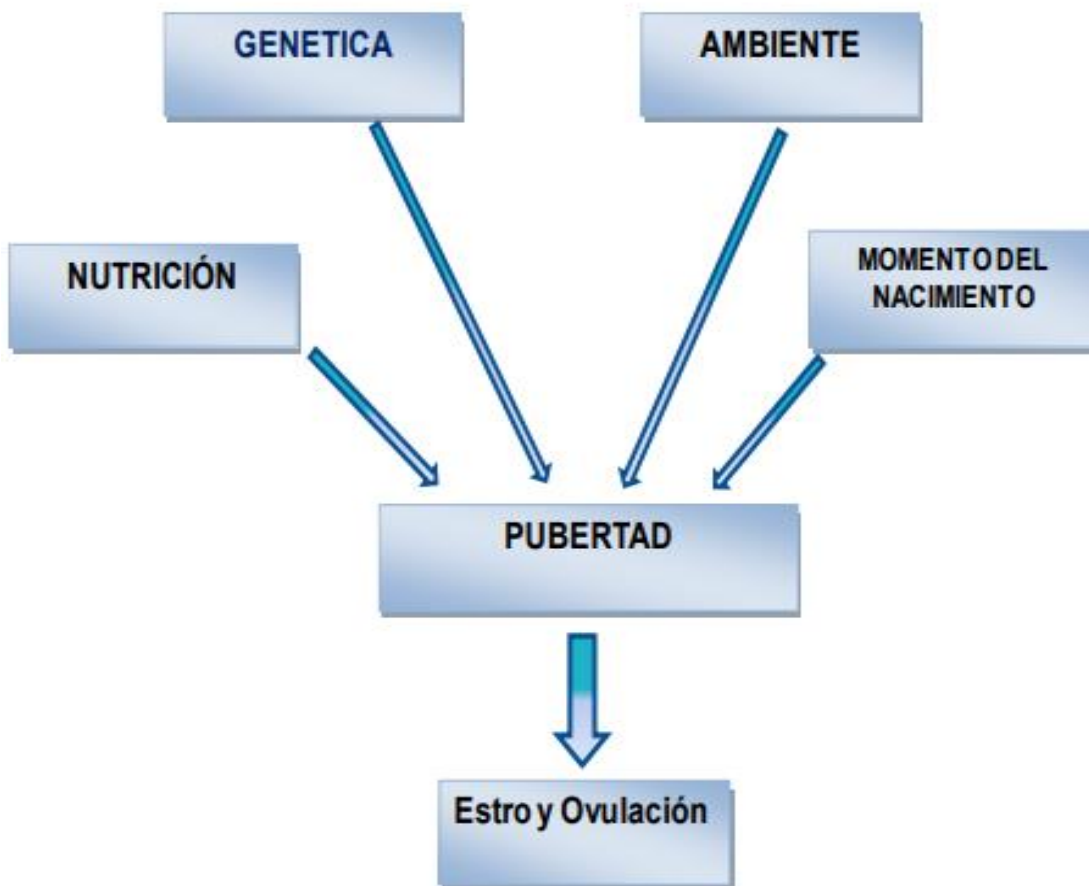
#### **4.4.2 Fertilidad**

La fertilidad disminuye durante el estrés por calor. Varios mecanismos están involucrados en la reducción de la fertilidad de cabras, dependiendo de la severidad del estrés por calor. Incluye cambios en la dinámica del folículo la actividad esteroidogénica

La alta temperatura y humedad del aire afecta las funciones celulares por alteración directa y deterioro de varios tejidos u órganos del sistema reproductivo en ambos sexos del animal (Ramendra et al., 2016).

El EC reduce la duración y la intensidad del estro además de aumentar la incidencia de anestro y celo silencioso en animales de granja. Aumenta la secreción de ACTH y cortisol y bloquea el comportamiento sexual inducido por estradiol, los folículos desarrollados sufren daños y se vuelven inviables cuando la temperatura corporal supera los 40 °C. Cuando las cabras hembras se exponen a 36,8 °C y una humedad relativa del 70 % durante 48 h, se suprime el crecimiento folicular hasta la ovulación, acompañado de una disminución del nivel del receptor de LH y de la actividad de síntesis de estradiol folicular (Ramendra et al., 2016).

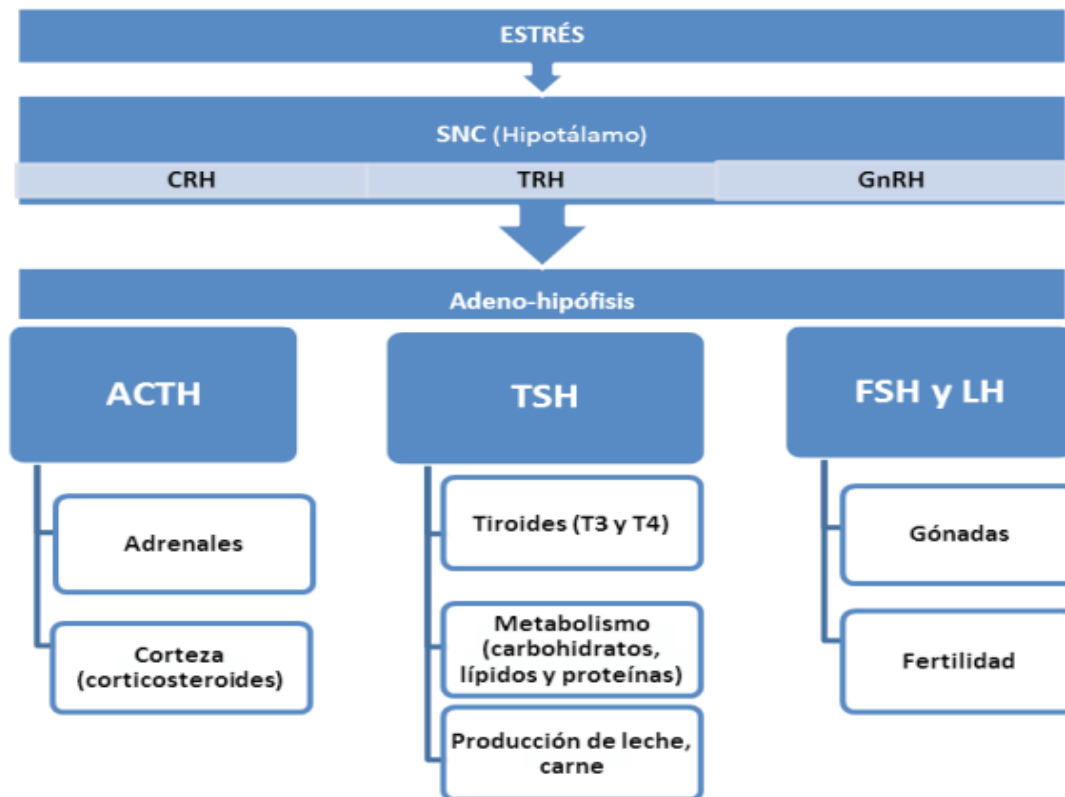
El estrés térmico afecta todo el sistema endocrino, desencadenando eventos fisiológicos y comportamentales con el objetivo de mantener la homeostasis en detrimento de los procesos productivos y reproductivos. (Cataño et al., 2014).



**Figura 3** Factores que influyen en el inicio de la pubertad de la hembra (Jainudeen et al., 2002).

Desde el punto de vista hormonal, el cortisol parece ser la hormona más importante en las respuestas ante situaciones de estrés. El estímulo estresor determina la secreción de la CRH (factor liberador de la hormona corticotropica) por el hipotálamo (SNC), que estimula en la adenohipófisis la secreción de la hormona adrenocorticotropa (ACTH) lo que conlleva la liberación de hormonas producidas en las glándulas suprarrenales y adrenales. La CRH puede interferir en la función reproductiva, estimulando la producción de  $\beta$ -endorfinas de propiedades opioides y ACTH. El estrés disminuye la secreción de GnRH en el hipotálamo y la producción de FSH y LH en la adenohipófisis y, por lo tanto, de esteroides sexuales en las

gónadas. Esto causa una disminución en los índices de fertilidad del ganado (Cataño et al., 2014).

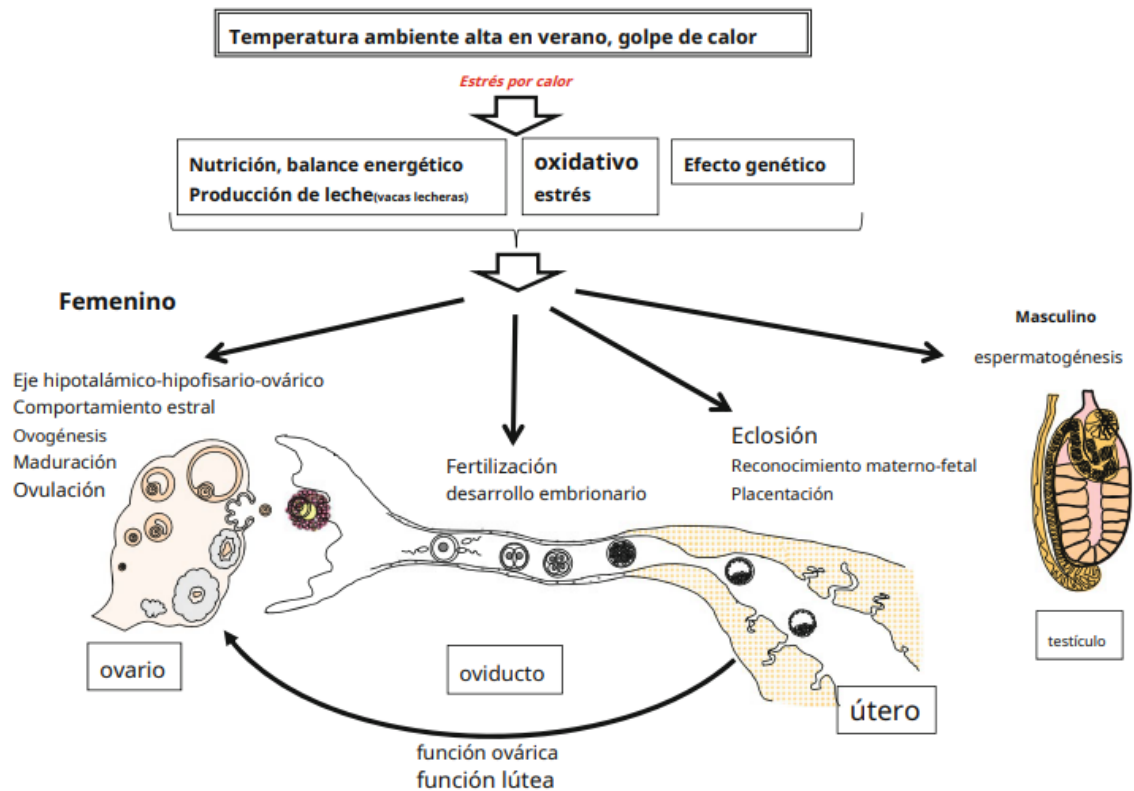


**Figura 4** Dinámica endocrina sobre estrés y producción animal (Pereira, 2005).

El estrés por calor afecta muchas funciones reproductivas, incluidas las actividades endocrinas en las hembras. La temperatura alta altera la secreción de hormonas, como la disminución de la LH, la hormona estimulante del folículo (FSH) y el estradiol (E2) en cabras también reducen el nivel de progesterona y provoca una pérdida del pico de LH. Reduce los niveles de estradiol y la concentración de estradiol folicular, la actividad de la aromatasa y el nivel del receptor de LH asociado con la ovulación retrasada en cabras (Takahashi., 2012).

El estrés por calor afecta negativamente a los ovarios al inhibir el crecimiento folicular y la calidad de los ovocitos. El estrés por calor reduce los niveles de inhibina

al acelerar la disminución del tamaño del folículo dominante de la primera ola (Takahashi., 2012).



**Figura 5** Diagrama esquemático de los efectos del estrés por calor en las funciones reproductivas en mamíferos machos y hembras (Takahashi., 2012).

También reduce el crecimiento fetal y altera el estado endocrino de la madre. Los efectos de arrastre del estrés por calor durante la última etapa de la gestación en la lactancia y la reproducción posparto también son detectables además el estrés por calor también aumenta la producción de  $GF2\alpha$  en el endometrio, lo que conduce a la regresión temprana de CL o la muerte de los embriones.

El crecimiento embrionario y la supervivencia también se vieron afectados durante el estrés térmico en hembras de razas productoras de leche. La HS causa la muerte embrionaria al interferir con la síntesis de proteínas, el daño celular oxidativo, reducir la producción de interferón-tau para señalar el reconocimiento de la preñez y la



expresión de genes relacionados con el estrés asociados con la apoptosis. La baja secreción de progesterona limita la función endometrial y el desarrollo embrionario (Cataño et al., 2014).

El estrés causa un descenso considerable en el flujo sanguíneo uterino, el cual está asociado con la disminución en el crecimiento fetal durante la gestación tardía y alteración de la funcionalidad de la placenta y de la actividad endocrina. El resultado es una cría de menor peso al nacer y alteraciones que afectan el desarrollo mamario y la producción de leche (Odeon et al., 2017).

## **5 ACCIONES PARA MINIMIZAR EL EFECTO DEL ESTRÉS CALORICO**

De las secciones discutidas anteriormente, se puede concluir que los cambios en las funciones biológicas de las cabras debido a la exposición al EC incluyen depresión en el consumo de alimento, alteraciones en el metabolismo del agua, proteínas, energía y balances minerales, reacciones enzimáticas, cambios hormonales. Secreciones y metabolitos sanguíneos (Dawud., 2017).

### **5.1 Manejo**

Los albergues para cabras varían de acuerdo con el clima y el sistema de producción (estabulado, semiestabulado o extensivo en agostaderos). En el semiestabulado, las cabras se pastorean durante el día y por la tarde se regresan al corral anexo a la vivienda del pastor, donde pueden o no ser suplementadas con forraje, esquilmos o concentrados

Los productores/propietarios de pequeños rumiantes deben adoptar una variedad de métodos para superar los efectos negativos del estrés calórico, la sombra es el método más fácil para reducir el impacto de la alta radiación solar y es aplicable en condiciones extensivas, las cabras pastan al aire libre durante la mayor parte del día, y esto requiere otras estrategias (es decir, sombras portátiles) para

contrarrestar los efectos adversos de la EC (Dawud., 2017). El agua es un nutriente esencial para todos los animales para el mantenimiento de todos los sistemas corporales y la supervivencia. Desempeña un papel importante en el equilibrio de líquidos, la termorregulación, el equilibrio de electrolitos y la satisfacción de la sed (Sejian et al., 2021). Una cabra requiere de 3 a 10 L de agua por día, según su tamaño, temperatura ambiental, estado fisiológico y contenido de humedad de los alimentos que consuma. Es muy importante que el agua esté limpia y, de ser posible, que sea potable.

## **5.2 Nutricionales**

Han sido objeto de estudio diversos elementos de acuerdo al efecto que tienen para mitigar el estrés oxidativo, la apoptosis de células y los efectos sobre la fecundación y se han clasificado en varios grupos según su composición o actividad: aminoácidos, antibióticos, cócteles antioxidantes, inhibidores de enzimas, hormonas, minerales, sustancias producidas naturalmente, compuestos fenólicos, medicinas herbales tradicionales y vitaminas (Shahat et al., 2020).

## 6 CONCLUSIONES

Las altas temperaturas que se presentan en zonas semiáridas como podemos observar desencadenan estrés calórico en la producción caprina la cual provoca graves consecuencias en la productividad, reproducción, endocrinología. Gracias a estas variables se ha demostrado que el estrés por calor es uno de los principales desafíos más importantes para la producción caprina, provocando y desencadenando una deficiencia en la ingesta de materia, las concentraciones hormonales afecta negativamente la tasa de concepción, composición de leche, su estado fisiológico e incluso de comportamiento, provocando pérdidas a los pequeños productores. Por lo tanto se deben aplicar estrategias de manejo para contrarrestar el impacto por altas temperaturas entre ellas disponibilidad de agua, ajustar sus dietas y sus pastoreos, realizar actividades de manejo durante la mañana y parte de la noche evitando el calor, buenas camas, espacio suficiente para descansar en el corral y finalmente ser muy observador para las necesidades de cada animal.

## 7 LITERATURA CITADA

Al-Dawood, A (2017). Towards Heat Stress Management in Small Ruminants – A Review. *Annals of Animal Science*,17(1) 59-88. <https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0068>

Cataño, F. A., Rugeles P., C. C., Betancur P., C. A., & Ramírez López, C. J. (2014). Impacto del estrés calórico sobre la actividad reproductiva en bovinos y consideraciones para mitigar sus efectos sobre la reproducción. *Biosalud*, 84-94.

Dawood, A. A (2017). Hacia el manejo del estrés por calor en pequeños rumiantes. *Animación Ciencia*, 59-88.

Espinosa, C. R., & Córdova Izquierdo, A (2018). Efectos metabólicos y moleculares del estrés calórico en el ganado. *Departamento de Producción Agrícola y Animal*, 139-156.

Gupta, M., & Mondal, T (2021). Heat stress and thermoregulatory responses of goats: a review. *Biological Rhythm Research*, 52(3), 407-433.

Hamzaoui, S., Caja, G., Such, X., Albanell, E., & Salama, A. A (2020). Producción de leche y metabolismo energético de cabras lecheras estresadas por calor suplementadas con propilenglicol. *Animales*, 1-12.

Marai, I., Darawany, A., & Abdel Hafez, A. F. (2008). EFECTO DEL ESTRES CALORICO SOBRE EL COMPORTAMIENTO REPRODUCCION DE OVINOS Y METODOS PARA REDUIR SUS EFECTOS. *Agroecosistemas Tropicales y Subtropicales*, 209-234.

Odeon, M. M., & Romera, S. A. (2017). Estrés en ganado: causas y consecuencias. *Revista Veterinaria*, 69-77.

Olguín, H., Ríos, L., A. Quintero, J., F. Itzá, M., Jamaca, H., Pérez, E., & Macías, U. (2012). EFECTO DEL ESTRES TERMICO SOBRE LA QUIMICA SANGUINEA DE OVINOS EN EL VALLE DE JUAREZ, MEXICO. *Cuerpo Académico de Producción y Salud Animal*, 24-25.

Orona Castillo, I., Fortis Hernandez, M., Gallegos Robles, M. A., Salazar Sosa, E., & García Hernandez, J. L. (2014). PROYECCION ECONOMICA DE UNIDADES REPRESENTATIVAS DE PRODUCCION CAPRINA EN LA COMARCA LAGUNERA, MEXICO. REVISTA MEXICANA DE AGRONEGOCIOS, 1111-1120.

Prado, A., Galán, E., Batalla, I., & Pardo, G. (2020). Impactos y adaptación al cambio climático en rumiantes. Tec. Econ. Agrar, 461-482.

Ramendra, D., Lalrengpuii, S., Nishant, V., Pranay, B., Jnyanashree, S., Intiwati, & Rakesh, K. (2016). Impacto del estrés por calor en la salud y el rendimiento de los animales lecheros. Mundo Veterinario, 260-268.

Sanmiguel Plazas, R. A., Plazas Hernandez, F. A., Trujillo Piso, D. Y., Pérez Rubio, M. R., Peñuela Sierra, L. M., & DiGiacinto, A. (2018). Requerimiento para la medición de indicadores de estrés invasivos y no invasivos en producción animal. Rev Inv Vet Peru, 15-30.

Shahat, A. M., Rizzoto, G., & Kastelic, J. P. (2020). Amelioration of heat stress-induced damage to testes and sperm quality. *Theriogenology*, 158, 84-96.

Sejian, V., Silpa, M. V., Reshma Nair, M. R., Devaraj, C., Krishnan, G., Bagath, M., Chauhan, S. S., Suganthi, R. U., Fonseca, V., König, S., Gaughan, J. B., Dunshea, F. R., & Bhatta, R. (2021). Heat Stress and Goat Welfare: Adaptation and Production Considerations. *Animals: an open access journal from MDPI*, 11(4), 1021. <https://doi.org/10.3390/ani11041021>

Takahashi, M. (2012). El estrés por calor en la función reproductiva y la fertilidad en los mamíferos. *Reprod Med Biol*, 37-47.

Uribe Velásquez, L. F., Obados, E., Alburque Brasil, L. H., Stefano Wechslerdos, F., & Mendoca Stachissinie, A. V. (1998). Concentraciones de cortisol en plasma, hormonas tiroideas, metabolitos lipídicos y temperatura corporal de cabras alpinas bajo estrés por calor. *R, Bras. Zootec*, 1123-1130.

Wolfenson D, Roth Z, Meidan R. 2000. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. *Anim Reprod Sci*. 60:535–547.