



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y  
ZOOTECNIA

EFFECTO ACUMULADO DEL ENRIQUECIMIENTO  
AMBIENTAL SOBRE EL BIENESTAR Y  
COMPORTAMIENTO EN CABRAS LECHERAS  
DURANTE LA ETAPA DE DESARROLLO  
EN CONDICIONES DE ESTABULACIÓN

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

PRESENTA

**ERIKA GEORGINA HERNÁNDEZ ROJAS**

Asesores:

MVZ PhD Anne María del Pilar Sisto Burt

MVZ PhD Andrés Ernesto Ducoing Watty



México, D.F.

2008



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

A mi mamá por ese gran cariño, ejemplo de fortaleza, apoyo incondicional y consejos para guiarme, sin ti, no hubiera terminado uno de mis grandes sueños. Eres la mejor mamá del mundo y sabes que te adoro.

A mi papá por apoyarme en cada momento, por hacer que siempre dé lo mejor de mí, por tu gran cariño y comprensión. Te adoro papá.

A Jorge que a lo largo de estos años hemos vivido un sin fin de aventuras; gracias por estar conmigo incondicionalmente y compartir un mismo camino que perdurará por siempre, te amo.

A mi pequeñita por darme esa fuerza que me impulsa a seguir y esforzarme día con día para ser una mejor persona y algún día ser un gran ejemplo para ti.

A mi hermana por ser una gran amiga, escucharme en los momentos buenos y malos y por cuidar tanto de mí.

A mis amigos por sus consejos, aventuras y apoyo, hicieron los años en esta facultad inolvidables, los quiero mucho.

A mis primos, por tanto apoyo, diversión y por tan buenos momentos que pasamos juntos.

Al doctor Andrés Ernesto Ducoing Watty por abrirme las puertas del maravilloso mundo de las cabras y por tanto apoyo, paciencia y confianza que siempre me ha brindado.

A la doctora Anne María del Pilar Sisto Burt por enseñarme y guiarme a través de la etología, por su amistad y consejos que perdurarán en mí por siempre

A la doctora Alicia Soberón Mobarak por su gran amistad, apoyo, comprensión y por tantos hermosos momentos que hemos compartido.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis asesores, Dr. Andrés Ducoing, Dra. Anne Sisto, gracias por su tiempo, apoyo, interés y paciencia para guiarme en la realización de este trabajo.

A los miembros del jurado: Dr. Alberto Tejeda, Dr. Aldo Alberti, Dr. Luis Felipe Rodarte, Dr. Lorenzo Álvarez, por sus valiosas sugerencias para hacer de éste, un mejor trabajo

## CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 Situación de la caprinocultura.....	5
2.2 Comportamiento individual del ganado caprino.....	6
2.3 Comportamiento social del ganado caprino.....	7
2.4 Comportamiento en los sistemas intensivos de producción caprina.....	9
2.5 Bienestar animal y su evaluación.....	10
2.6 Evaluación del comportamiento.....	11
2.7 Influencia de los sistemas intensivos sobre la Conducta.....	12
2.8 Estrés.....	13
2.8.1 Estrés agudo.....	14
2.8.2 Estrés crónico.....	15
2.8.3 Cortisol.....	15
2.9 Enriquecimiento Ambiental.....	16
3. HIPOTESIS.....	19
4. OBJETIVOS.....	19
5. MATERIAL Y MÉTODOS.....	19

5.1 Lugar.....	19
5.2 Animales y Tratamiento.....	20
5.3 Elementos de Enriquecimiento Ambiental.....	21
5.4 Estudio Conductual.....	22
5.4.1 Conducta Ingestiva.....	23
5.4.2 Conducta Acicalamiento.....	23
5.4.3 Conducta Locomoción.....	23
5.4.4 Conducta Exploración.....	23
5.4.5 Conducta Descanso.....	23
5.4.6 Conducta Agonística.....	23
5.4.7 Conducta Estral.....	24
5.5 Incidencia de Enfermedades.....	24
5.6 Mediciones Hormonales.....	24
5.6.1 Cortisol.....	24
5.6.2 Progesterona.....	25
5.7 Variables de Producción.....	25
5.8 Análisis Estadístico.....	26
6. RESULTADOS.....	27
6.1 Conducta Ingestiva.....	27
6.2 Rumia.....	28
6.3 Descanso.....	29
6.4 Locomoción.....	30
6.5 Encuentros agonísticos.....	31
6.6 Acicalamiento.....	32

6.7 Rascado con instalaciones.....	33
6.8 Exploración.....	34
6.9 Ganancia de peso.....	35
6.10 Progesterona.....	36
6.11 Cortisol.....	36
6.12 Incidencia de enfermedades.....	37
6.13 Conducta estral.....	37
7. DISCUSIÓN.....	38
7.1 Conducta ingestiva.....	38
7.2 Rumia.....	38
7.3 Descanso.....	38
7.4 Locomoción.....	39
7.5 Encuentros agonísticos.....	40
7.6 Acicalamiento.....	41
7.7 Exploración.....	42
7.8 Ganancia de peso.....	43
7.9 Medición de Progesterona y Cortisol.....	43
7.10 Incidencia de enfermedades.....	44
8. CONCLUSIONES.....	46
9. LITERATURA CITADA.....	47
10. Anexo I.....	58

## CONTENIDO CUADROS

Cuadro	Título	Página
1.	Medias de mínimos cuadrados para la proporción de animales realizando la conducta ingestiva de alimento en ambiente enriquecido (E) y no enriquecido (NE).....	28
2.	Medias de mínimos cuadrados para la proporción de animales realizando la conducta de locomoción en ambiente enriquecido(E) y no enriquecido (NE).....	31
3.	Medias de mínimos cuadrados para la proporción de animales realizando la conducta de rascado con instalaciones en ambiente enriquecido(E) y no enriquecido (NE).....	34



## CONTENIDO FIGURAS

Figura	Título	Página
1.	Medias de mínimos cuadrados para la proporción de animales realizando la conducta ingestiva de agua en ambiente enriquecido y no enriquecido.....	27
2.	Medias de mínimos cuadrados para la proporción de animales realizando de la conducta de rumia en ambiente enriquecido y no enriquecido.....	29
3.	Medias de mínimos cuadrados para la proporción de animales realizando la conducta de descanso en ambiente enriquecido y no enriquecido.....	30
4.	Medias de mínimos cuadrados para la proporción de animales realizando la conducta de encuentros agonísticos en ambiente enriquecido y no enriquecido.....	32
5.	Medias de mínimos cuadrados para la proporción de animales realizando la conducta de acicalamiento en ambiente enriquecido y no enriquecido.....	33
6.	Medias de mínimos cuadrados para la proporción de animales realizando la conducta de exploración en ambiente enriquecido y no enriquecido.....	35
7.	Ganancia diaria de peso en cabritas enriquecidas y no enriquecidas.....	36
8.	Medición de cortisol en cabritas enriquecidas y no enriquecidas.....	38

## RESUMEN

HERNÁNDEZ ROJAS ERIKA GEORGINA. Efecto acumulado del enriquecimiento ambiental sobre el bienestar y comportamiento en cabras lecheras durante la etapa de desarrollo en condiciones de estabulación (bajo la dirección de: MVZ, PhD Anne María del Pilar Sisto Burt y MVZ, PhD Andrés Ernesto Ducoing Watty)

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto acumulado del enriquecimiento ambiental sobre el comportamiento y productividad en cabras lecheras al destete bajo condiciones de estabulación. Treinta y dos cabritas fueron asignadas aleatoriamente desde el nacimiento en dos tratamientos (enriquecidas (E) y no enriquecidas (NE)) con dos réplicas cada uno (N=8). Se realizaron observaciones de barrido cada minuto durante dos horas diarias hasta completar 108 horas de observación desde el destete, hasta la manifestación del estro. Las cabritas fueron pesadas cada 15 días. Se tomaron muestras sanguíneas para medir niveles de cortisol y progesterona. Se realizó un análisis de varianza multivariado para mediciones repetidas con el fin de evaluar el efecto del enriquecimiento sobre los indicadores de conducta y los niveles de cortisol y una prueba de t para la ganancia diaria de peso. El grupo de cabras E, presentaron una menor proporción de animales realizando la conducta de encuentros agonísticos ( $P < 0.01$ ), al igual que la exploración

( $P=0.05$ ) y tendieron ( $P=0.07$ ) a presentar una menor proporción de animales realizando la conducta de acicalamiento, comparadas con las cabras del grupos NE (E:  $21.7\pm 3.01$ ,  $38.7\pm 5.1$  y  $35.1\pm 3.05$ ; NE:  $3.6\pm 3.01$ ,  $4.7\pm 5.1$  y  $17.05\pm 3.05$ , respectivamente). La ganancia diaria de peso fue mayor ( $P<0.01$ ) en el grupo E ( $108.8\pm 5.9$  g) que en el grupo NE ( $87.9\pm 5.9$  g). Los niveles de cortisol y progesterona no fueron diferentes entre grupos ( $P>0.05$ ). El grupo E presentó una menor proporción de animales realizando la conducta de exploración, acicalamiento y encuentros agonísticos en comparación al grupo NE. El incremento en promedio de la ganancia diaria de peso de manera global fue de 20 gramos más por día en los grupos enriquecidos. No se encontró diferencia en los niveles de cortisol entre ambos tratamientos.

## 1. INTRODUCCIÓN

La caprinocultura en México es una actividad con gran tradición y ha existido desde los inicios de la época colonial, cobrando mayor importancia en la actualidad debido a la creciente demanda de leche y sus derivados, principalmente quesos y dulces.(1).

Para poder cumplir con las demandas de mercado, se ha dado un proceso de intensificación de los esquemas de producción, los cuales se caracterizan por tener gran cantidad de innovaciones tecnológicas. Entre ellas se encuentran la cría y selección de razas especializadas para la producción lechera (Alpina Francés, Saanen, Murciana-Granadina, Toggenburg), nutrición especializada, condiciones sanitarias controladas, instalaciones diseñadas para cada etapa productiva, género y etapa cronológica, manejo y control de la reproducción a través de tratamientos hormonales y el control del fotoperíodo (2).

Uno de los problemas frecuentes que presentan los animales en sistemas de producción en estabulación, es la incapacidad de alterar o modular los estímulos negativos provenientes del alojamiento y manejo rutinario, ya que la gran mayoría de los alojamientos en los centros de producción han sido diseñados para facilitar el manejo y limpieza de las instalaciones, pero no consideran en su totalidad las

necesidades biológicas de los individuos (3). En caprinos se ha observado que estas condiciones llevan a presentar daño a las instalaciones y estereotipias en los animales presentándose con mayor frecuencia en machos (4). El enriquecimiento ambiental es una herramienta que, mediante la manipulación del entorno físico y social podrá permitir el mejor desempeño de los animales (5-7).

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Situación de la caprinocultura**

El inventario caprino mundial en el año 2006 fue de 816,307,929 animales, de los cuales el 95.8% está localizado en países en vías de desarrollo y el 4.2% restante en países desarrollados. El total de la producción lechera mundial se estima en 637 millones de toneladas, la leche caprina aporta 12.518 (2.2%) millones de toneladas de dicho total (8).

En México, en el año 2006 la población caprina fue de cerca de 9 millones de animales, de los cuales el 70% se concentra en los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas, Guanajuato, Hidalgo, Puebla y Oaxaca (9).

La población caprina especializada en producción de leche en México para el 2005 fue de 850,000 animales los cuales aportaron una producción de 164,247 millones de litros, registrándose un aumento en la producción en comparación al año 2004 que fue de 154,478 millones de litros (10).

La leche producida con propósitos comerciales se destina casi exclusivamente a la producción de quesos y dulces como la cajeta. En el año 2005 se destinó para producción de quesos 83,000 millones de litros (10). En el año 2003 México ocupó el sexto lugar a nivel mundial en producción de queso de origen caprino con una producción de más de 14,000

toneladas, representando el 3.3% de la producción mundial (9).

## **2.2 Comportamiento individual del ganado caprino**

Las cabras se diferencian de otros rumiantes domésticos por el hecho de que tienen la capacidad de ramonear selectivamente sobre una gran área. Sisto (11) indica que desde el punto de vista evolutivo esto es importante, ya que limita las afecciones por endoparásitos. Sin embargo, bajo condiciones de confinamiento las cabras están expuestas, igual que los otros rumiantes domésticos, a consumir material vegetal contaminado (11). La rumia es un signo de bienestar, por lo que cualquier alteración en ella puede ser indicativa de enfermedad, dolor, estrés e incomodidad entre otras (12). La duración y la regularidad de la rumia en las cabras está inversamente relacionada con el estado de alerta, con períodos largos y regulares durante los estados de somnolencia. Cabras totalmente despiertas por lo general no estarán rumiando (13,14).

El ganado caprino dedica al pastoreo gran parte del día (8-12h), llegando a recorrer hasta 9Km diarios y puede distinguir entre sabores amargos, salados, dulces y ácidos (11,12).

El consumo de agua en los caprinos dependerá de varios factores como las condiciones climáticas, el tipo de

alimento, la disponibilidad de agua y la lactación entre otros. En términos generales consumen una cantidad equivalente entre el 5 y 8% de su peso vivo (11,15).

Un caprino adulto defeca aproximadamente un volumen equivalente al 5% de su peso vivo y elimina entre 1 a 2 litros de orina al día (12).

Soberón (12) indica que los caprinos duermen en total 4 horas diarias, repartidas en varios períodos cortos de sueño y lo hacen en decúbito esternal y a veces en recumbencia lateral.

### **2.3 Comportamiento social del ganado caprino**

El comportamiento social se puede definir como todas aquellas interacciones entre dos o más individuos que modifican la actividad del grupo (16).

Los caprinos son animales gregarios, y esta estrategia de vida grupal aumenta de manera global la vigilancia y alarma sobre la presencia de depredadores, sin tener cada individuo que invertir más tiempo en ello, permitiendo que el grupo pueda alimentarse y descansar (17).

Bajo condiciones naturales, los caprinos viven en grupos estables, donde la organización social está bien establecida y normada por las relaciones de dominancia (18). La jerarquía social permite una coexistencia pacífica entre las comunidades sociales (18). Las interacciones sociales entre



animales con frecuencia involucran algún grado de conflicto y la jerarquía tiene un efecto importante sobre el individuo. Los animales con un nivel de dominancia bajo pueden tener acceso limitado al alimento, a los lugares de descanso, a la sombra, a la reproducción y muestran una inhibición general de la actividad natural (11).

Las cabras pelean asumiendo la posición bípeda y bajando la cabeza y el cuerpo hacia su oponente para establecer dominancia, con el objeto de formar y mantener los niveles jerárquicos dentro del grupo. La dominancia puede verse afectada por factores tales como edad, presencia o ausencia de cuernos, peleas de juego, entre otros. Una hembra con cuernos puede ser dominante sobre un macho sin cuernos (11,18,19).

Debido a su historia evolutiva, ubicada en zonas montañosas donde existen condiciones adversas en lo referente a las pendientes del suelo, los caprinos muestran fuerte tendencia a ubicarse en posiciones altas (11).

Los cabritos desde temprana edad son muy activos y sociables (12). El juego forma parte muy importante en el desarrollo de la conducta y el aprendizaje. Los cabritos juegan de muchas formas: gustan de treparse sobre la superficie disponible más alta, incluyendo a otros animales; carreras cortas dando saltos y pateando al aire, toparse y

montarse entre sí o pararse sobre sus miembros traseros, apoyando las delanteras en cualquier otro objeto vertical (12). Soberón (12) indica que el juego es más frecuente al amanecer y al anochecer en períodos de una hora seguidos por ratos de descanso (12).

#### **2.4 Comportamiento en los sistemas intensivos de producción caprina**

Los sistemas modernos de cría y producción animal están basados en el incremento de la densidad poblacional y la segregación sexual (20). En el caso de la producción de leche de caprinos en sistemas intensivos, esta segregación es evidente y en ella se conforman grupos (por edad, género y etapa productiva), de acuerdo a las razas empleadas a la población total de cada sistema de producción (2). El contacto de las hembras con los machos se limita a la época de empadre, aunque es frecuente el uso de inseminación artificial, eliminando la posibilidad que tienen las hembras de socializar con otros machos. Boivin (21), Lickliter (22) y Bergamasco (23), indican que la separación de las madres y las crías en el destete precoz (al nacimiento) o tardío (3-6 semanas), afecta de manera importante el período sensible de los cabritos, ya que en sistemas extensivos pueden estar juntos hasta los 3 meses.

Los sistemas de producción intensivos inducen a que los individuos se enfrenten a estímulos adversos a los cuales intentan adaptarse (24). Los desafíos pueden encontrarse en el entorno físico, tales como la falta de espacio, de sustrato natural y cambios en la alimentación; o ser desafíos del entorno social como el aislamiento en machos, reagrupamiento constante y la manipulación de los animales en períodos sensibles (gestación y destete), evitando que los animales expresen sus patrones normales de comportamiento (25). En estas condiciones, la competencia por recursos (comederos, bebederos, echaderos y áreas de descanso) aumenta y la estructura social grupal pierde estabilidad, imposibilitando la formación de jerarquías y lazos estables entre los individuos (26-28).

## **2.5 Bienestar animal y su evaluación**

Como resultado de la preocupación por el bienestar animal, en la última década se han comenzado a realizar investigaciones encaminadas a estudiar el comportamiento de animales de granja (29-32).

El bienestar animal significa diferentes cosas para diferentes personas, sin embargo, en todos los casos, el estado físico y mental del animal es la preocupación central (33). La definición más aceptada de bienestar animal es la de Broom (1986) modificada por Galindo (33), quien menciona que

es el estado de un individuo en relación a sus intentos por afrontar cambios en el ambiente. El bienestar animal es cuantificable a través de una serie de indicadores biológicos (33). Cuando el nivel del bienestar animal es pobre o negativo, se reduce a largo plazo la longevidad, la capacidad de crecimiento y la reproducción. Así mismo, a corto plazo se observa presencia de anormalidades del comportamiento y respuestas fisiológicas al estrés como liberación aumentada de glucocorticoides, entre otros indicadores fisiológicos, lo que provoca inmunosupresión, predisponiendo a padecimientos diversos (34-35).

## **2.6 Evaluación del comportamiento**

La Etología es una herramienta útil para realizar investigaciones encaminadas a estudiar el comportamiento de animales de granja y puede definirse como el estudio científico y biológico del comportamiento animal (34). El estudio de la conducta permite eficientar el manejo de los animales, facilita el diagnóstico de anormalidades en la exploración y tratamiento de individuos enfermos y además contribuye a mejorar la productividad al reducir la presencia de enfermedades causadas por estrés (34). En parte, el estudio de la conducta animal permite identificar manejos que inducen reacciones de desestabilización en la convivencia del

grupo afectando los niveles de agresión entre individuos y la productividad del rebaño (28).

## **2.7 Influencia de los sistemas intensivos sobre la conducta**

Los sistemas intensivos de producción imponen condiciones adversas al manipular el ambiente físico y social, lo que interfiere con los mecanismos que controlan el comportamiento e inducen estados que pueden ser descritos como estados emocionales negativos (24,25,33).

Los estados emocionales negativos incluyen a la frustración, que se define como acto de motivación prevenido por un factor externo (barrera, falta de sustrato natural y retroalimentación incompleta), la ansiedad y miedo originados cuando el animal es expuesto a un estímulo de aversión que no puede predecir, la depresión cuando el animal es incapaz de controlar o evadir un estímulo de aversión, y el aburrimiento cuando el animal recibe un nivel muy bajo de estimulación sensorial (34). Estos estados emocionales negativos originan comportamientos anormales como conductas redirigidas, estereotipias y aumento o disminución en la reactividad (excitabilidad e inactividad) (19,34). Estos estados emocionales negativos son respuestas conductuales complejas de estrés, inducidas por la percepción de un estímulo ambiental conocido o desconocido, considerándose factores

decisivos en la pérdida de bienestar y provocando la activación de mecanismos adaptativos (11,34,36).

Un animal puede enfrentarse a su ambiente de tres maneras: 1) Cuando la adaptación del ambiente es imposible, el animal enfermará o morirá. 2) Si la adaptación puede ser posible pero con un costo orgánico importante a través del estrés que definitivamente no cause la muerte, el animal vivirá con un pobre o negativo bienestar. 3) Cuando el animal puede encontrarse en un ambiente adecuado y pleno, de manera que no suponga ningún costo orgánico importante, el bienestar del animal será bueno (37).

## **2.8 Estrés**

El estrés es la respuesta acumulada en un animal como resultado de la interacción con el medio ambiente a través de sus receptores; también se reconoce que es la respuesta biológica a un estímulo teniendo como fin alertar y preparar al organismo en circunstancias inesperadas, por lo tanto se considera que el estrés es un fenómeno adaptativo (38).

Hans Selye en 1936 definió por primera vez el Síndrome General de Adaptación (SGA), el cual define como "la respuesta no específica del organismo a cualquier demanda del exterior" pudiendo seguir una de las tres rutas siguientes: (37,38 ,39, 40)

*Ruta neuronal o fase de alarma.*

En la ruta neuronal hay una respuesta motora voluntaria de reacción o alarma que incluye conductas de evasión, intento de escape, lucha, ocultamiento, posturas defensivas o de protección, vocalizaciones y conducta agonística (estrés agudo) (37).

*Fase de resistencia*

En esta etapa el animal puede sufrir de una adaptación al entorno y puede superar el estrés, apoyándose en mecanismos fisiológicos, hormonales (37).

*Fase de agotamiento*

Puede conducir al desarrollo de conductas anormales o estereotipias, alopecia bilateral simétrica, dilatación abdominal, baja de peso, incremento de la susceptibilidad a infecciones bacterianas, disminución en la producción de anticuerpos y por lo tanto fallas en la respuesta inmunológica vacunal, baja de la presión sanguínea, poliuria y mayor consumo de agua (38).

### **2.8.1 Estrés agudo**

Durante los períodos de estrés agudo hay liberación de cortisol, catecolaminas (adrenalina, noradrenalina y dopamina), lo que le da al individuo la capacidad de evadir, escapar del factor estresante (38). El estrés agudo se puede

cuantificar mediante los niveles de catecolaminas, cortisol en sangre y saliva (41-44).

### **2.8.2 Estrés Crónico**

El estrés crónico afecta a nivel de comportamiento, funcional, metabólico y reproductivo y de continuar puede causar la muerte del individuo (38).

Existen diversos criterios para cuantificar la magnitud del estrés en los rumiantes; para la evaluación del estrés crónico, es posible usar los criterios directos como son la medición de los niveles de cortisol, ACTH (hormona adrenocorticotropica) (41-44).

### **2.8.3 Cortisol**

El cortisol se secreta como respuesta a la ACTH. Estimula el almacenamiento de energía en forma de glucosa y ácidos grasos a partir de las reservas corporales (43).

En caprinos, la liberación de cortisol animal está relacionada al ciclo circadiano, produciéndose mayor secreción durante el día y menos durante la noche, el descanso y el sueño; esto debido a la acción de la ACTH, a la que retroalimenta negativamente, excepto durante el estrés, cuando la persistencia de estímulos nocivos obliga a mantener sostenidamente altas las tasas de glucocorticoides para asegurar los mecanismos de protección orgánicos (42,43). Esta



hormona se puede obtener normalmente de muestras de plasma, suero, saliva, orina y excremento (44,67).

## **2.9 Enriquecimiento ambiental**

El enriquecimiento ambiental es un concepto referido a mejorar el ambiente de los animales cautivos (45,46) teniendo como finalidad un mejoramiento de las funciones biológicas, incrementando las oportunidades para expresar conductas naturales (47). El enriquecimiento ambiental se puede llevar a cabo realizando modificaciones del entorno físico como la presentación del alimento, introducción de objetos novedosos (introducción por primera vez de un elemento de enriquecimiento) y juguetes, entre otros (5,48).

Las modificaciones del entorno físico se pueden lograr a través de la provisión de barreras visuales, para evitar encuentros con otros individuos de mayor jerarquía (5), permitiéndoles tener mayor control sobre el ambiente que los rodea. Se ha propuesto que las barreras visuales pueden ser construidas de diversos materiales como madera, piedra, cemento e incluso neumáticos usados, así como la introducción de estructuras en donde las cabras puedan trepar como troncos u otro material que esté elevado del suelo (3,49,50).

Las modificaciones en la presentación del alimento en caprinos, intentan aumentar el tiempo invertido en buscarlo. Para lograrlo, se puede modificar la cantidad, el intervalo,

presentación, localización y el esfuerzo necesario para obtenerlo (4, 49, 50).

El suministro de objetos dentro de los alojamientos en la mayoría de las especies domésticas no está bien documentado. Algunas investigaciones han mostrado que proporcionar cajas de arena a los pollos de engorda, disminuye la frecuencia de picoteo ya que son utilizadas como barrera (51); en cerdos, proporcionar cámaras de llantas y cuerdas para enriquecer el ambiente, disminuye problemas de comportamientos y mejora el crecimiento de lechones destetados (52).

Los objetivos del enriquecimiento ambiental pueden ser difíciles de alcanzar, debido a la naturaleza del lugar de confinamiento, al incremento en los costos por mano de obra, y adquisición del enriquecimiento, la dificultad en la limpieza y el tiempo invertido en su colocación y mantenimiento (5,52-54).

Los beneficios del enriquecimiento ambiental son diversos, como disminución del estrés y en consecuencia la incidencia de problemas clínicos (55,56). Las conductas redirigidas podrán encauzarse hacia el enriquecimiento, volviéndose más naturales, disminuyendo su presentación y los daños a instalaciones y compañeros de encierro, lo que podría reflejarse en una disminución de costos por concepto de

reparación de instalaciones y tratamientos médicos (45-47, 50-52).

Debido a la creciente demanda de productos de origen caprino como leche, dulces tradicionales y quesos en nuestro país, la producción caprina empieza a constituir una actividad importante con tendencia a modernizarse, pasando del pastoreo libre o trashumante a sistemas semi-intensivos o intensivos, cuyo objetivo es incrementar la eficiencia productiva, provocando modificaciones de las conductas naturales de los caprinos por no estar en las condiciones a las cuales están preparados evolutivamente, generando problemas complejos que interfieren con el comportamiento y la adaptación a sistemas intensivos.

Por lo tanto, bajo dichas condiciones es necesario explorar estrategias que mejoren las condiciones de alojamiento, alimentación y de manejo, describiendo y comprendiendo los efectos que pueden tener la variación del ambiente a través del enriquecimiento ambiental.

### **3. HIPÓTESIS**

El enriquecimiento ambiental acumulado en cabras enriquecidas desde su nacimiento, etapa de desarrollo y hasta el inicio de su etapa reproductiva, promueve el incremento en la proporción de animales realizando sus conductas naturales y disminuyendo comportamientos no naturales, sus niveles de cortisol y la incidencia de enfermedades, mejorando indicadores productivos bajo condiciones intensivas en estabulación.

### **4. OBJETIVOS**

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto acumulado del enriquecimiento ambiental sobre el comportamiento de las cabras, niveles de cortisol, incidencia de enfermedades, ganancia de peso y manifestación del primer estro bajo condiciones de estabulación total.

## **5. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **5.1 Lugar**

El proyecto se realizó en el Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPSA), perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en el Km 28.5 de la carretera federal México - Cuernavaca, Delegación Tlalpan, DF; a una altitud de 2760 msnm, entre las coordenadas 19° 13' latitud norte y 99° 10' latitud oeste. El clima de la zona es templado frío con heladas en los meses de octubre a febrero y lluvias de junio a septiembre con vientos predominantes del norte (57,58).

### **5.2 Animales y Tratamientos**

Se utilizaron 32 cabritas destetadas a partir de los 90 días de edad en promedio, de raza Alpina Francesa y clínicamente sanas. Los animales fueron divididos desde su nacimiento en 4 grupos de 8 cabras (2 para cada tratamiento), 2 grupos de 8 cabras fueron enriquecidas previamente desde el nacimiento (Enriquecidas E) y los 2 grupos de 8 cabras restantes desde su nacimiento fueron manejadas sin enriquecimiento (No Enriquecidas NE), ambos tratamientos tuvieron las mismas condiciones de alimentación durante la lactancia artificial. Las cabritas de cada réplica dentro de su respectivo tratamiento fueron alojadas en corrales diferentes y

se les dio el manejo habitual de medicina preventiva que se sigue en el Centro. Todos los animales fueron alimentados con una dieta a base de heno de alfalfa y heno de avena y alimento balanceado a base de pasta de coco, maíz, sorgo y avena enmelazada. La frecuencia de alimentación diaria fue bajo el siguiente esquema: a las 8:00 am avena y concentrado; 11:00 am alfalfa henificada y a las 14:00 h alfalfa henificada y concentrado.

### **5.3 Elementos de Enriquecimiento Ambiental**

Los elementos de enriquecimiento empleados durante el período fueron los siguientes:

a) Relacionados con alimentación: consistieron en costales de henequén con alfalfa henificada, suspendidos a diferentes alturas en diferentes áreas del corral, de la misma forma se ofreció frutas y verduras para inducir conductas de ramoneo.

b) Físicos: Troncos de diferente altura localizados en el piso del corral para poder trepar, así como cepillos y cuerdas localizados en los límites de los alojamientos para favorecer el cuidado corporal. Se introdujeron además estructuras cúbicas simulando montículos elaboradas con madera pintadas de color amarillo, rojo y naranja con pintura libre de plomo.

Todos los materiales fueron de origen natural, con el objeto de evitar cualquier daño a las cabras.

A las réplicas del grupo NE se les proporcionó en una presentación picada y en los comederos las mismas cantidades de alfalfa, frutas y verduras que los grupos enriquecidos.

El enriquecimiento relacionado con la alimentación fue administrado en pequeñas cantidades, considerándose que no afectaría de forma significativa su dieta.

#### **5.4 Estudio conductual**

El estudio tuvo una duración de 4 meses y se realizaron las siguientes mediciones al momento del destete:

Comportamiento: Se realizó un muestreo *ad libitum* para determinar las mejores horas de observación de acuerdo a los períodos de mayor actividad. Se realizó una combinación de muestreo conductual y de barrido en forma escalonada. Cada período de observación fue de 30 minutos por corral en la mañana (10:30-12:30) y 30 minutos por corral en la tarde (14:30-16:30), realizando un barrido por minuto, hasta alcanzar un total de 108 horas de observación con el fin de obtener información relativa a la proporción de animales que realizan una conducta individual y social. Se observaron durante nueve períodos y cada período consistió de dos semanas con 12 horas de observación.

Las conductas que se midieron consistieron en ingestiva, rumia, cuidado corporal, locomoción, exploración, descanso y agonísticas.

#### **5.4.1 Conducta Ingestiva**

Se consideró la conducta ingestiva como la acción de ingerir por parte de los animales alimentos sólidos (alfalfa, concentrado avena) y líquidos (agua).

#### **5.4.2 Conducta de Cuidado corporal**

Como conducta de cuidado corporal se consideró al acicalamiento (lamarse la superficie del cuerpo) y al rascado de alguna parte del cuerpo con alguna de sus patas o con las instalaciones.

#### **5.4.3 Conducta de Locomoción**

La conducta de locomoción se consideró el caminar, correr, trepar y saltar.

#### **5.4.4 Conducta de Exploración**

La conducta de exploración se consideró inspeccionar detalladamente algún elemento de enriquecimiento o las instalaciones, ya sea a través de mordisqueo o lamido.

#### **5.4.5 Conducta de Descanso**

Como conducta de descanso se consideró el dormir, estado de somnolencia o que estuvieran echadas ya sea de decúbito ventral o lateral.

#### **5.4.6 Conducta Agonística**

Como conductas agonísticas se consideró las conductas agresivas como topeteo, mordidas, patadas, asumir la posición



bípida sobre sus patas traseras, bajando la cabeza y el cuerpo hacia su oponente.

#### **5.4.7 Conducta Estral**

A partir del primer mes de iniciado el estudio se llevaron a cabo muestreos conductuales de las cabritas para detectar el primer calor, en un horario de 13:00-14:00 hr.

#### **5.5 Incidencia de Enfermedades**

Se llevó un registro clínico de todos los animales del estudio, identificando el origen del problema, duración del mismo y su evolución.

#### **5.6 Mediciones Hormonales**

##### **5.6.1 Cortisol**

Con el objeto de contar con un indicador de estrés se determinó la concentración de cortisol en suero sanguíneo en los días 30, 60, 90, 120, y 150 del estudio. Las muestras se colectaron de la vena yugular (2.5 ml) utilizando tubos al vacío sin anticoagulante, comenzando todas las veces a las 10:00 am. Las muestras fueron centrifugadas durante 10 minutos a 3000 rpm y se colocaron en viales de 1 ml identificados con el número del animal y fecha de muestreo; posteriormente se congelaron y fueron procesadas mediante radioinmunoanálisis de fase sólida, utilizando un kit comercial (Coat-A-Count®), en el Departamento de Reproducción de la Facultad de Medicina

Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

### **5.6.2 Progesterona**

A partir del mes de iniciado el estudio se determinó la concentración de progesterona plasmática cada 15 días, a una réplica (8 animales) por cada tratamiento para determinar el inicio de la actividad reproductiva. Las muestras se colectaron de la vena yugular (3 ml) utilizando tubos al vacío con EDTA que fueron analizadas a través de radioinmunoanálisis de fase sólida, utilizando un kit comercial (Coat-A-Count ®), se midió en el Departamento de Reproducción de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México. La concentración superior a 1 ng/ml de esta hormona fue utilizada como criterio para definir actividad lútea en las cabras del estudio (59-63) a los 180 días de edad, en conjunto con los muestreos conductuales para detectar calores.

### **5.7 Variables de Producción**

Se realizaron pesajes quincenales durante todo el estudio para determinar la ganancia diaria de peso con un total de 7 observaciones.

### **5.8 Análisis Estadístico**

Con la información obtenida se realizó un análisis de varianza multivariado para observaciones repetidas, con el fin de evaluar el efecto del enriquecimiento sobre los indicadores

de conducta y los niveles de cortisol. Para la ganancia de peso durante el período de estudio se realizó una prueba de t; en el caso de los niveles de progesterona se utilizó un modelo logístico para niveles de progesterona mayor a un ng/ml a los 180 días de edad de acuerdo al tratamiento de enriquecidas y no enriquecidas (64). El análisis de la información se realizó utilizando el paquete estadístico JMP versión 5.1 (SAS Institute Inc., 1989-2003).

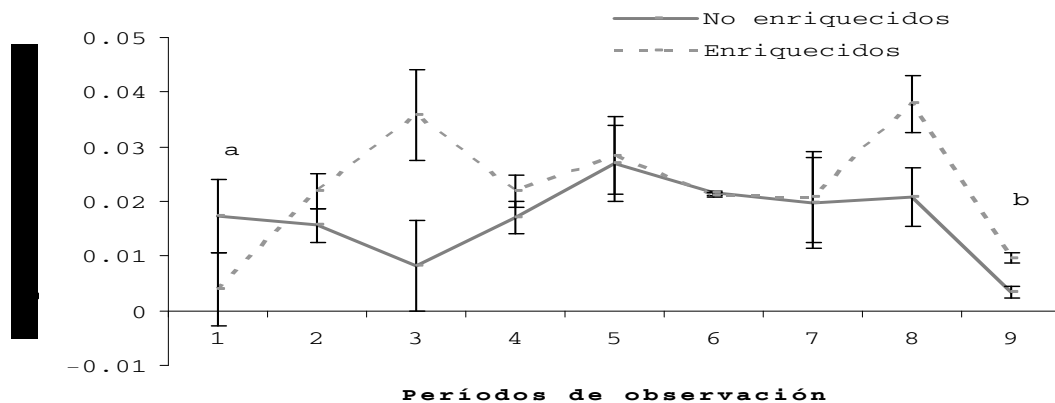
## 6. RESULTADOS

### MEDICIONES CONDUCTUALES

#### 6.1 INGESTIVA

En la Figura 1 se muestran las medias de mínimos cuadrados para la proporción de animales que realizan la conducta ingestiva de agua, observadas en cabritas enriquecidas (E) y no enriquecidas (NE). No se observó un efecto significativo del enriquecimiento ( $P > 0.05$ ) sobre esta conducta pero se encontró diferencia significativa por efecto del período de muestreo ( $P < 0.05$ ). Se puede observar en dicha Figura que el consumo de agua al inicio de las mediciones varía y en especial en la medición 3 los consumos de agua son opuestos y al final de la medición el comportamiento es similar.

Figura 1. Medias de mínimos cuadrados para la proporción de animales realizando la conducta ingestiva de agua en cabritas en ambientes enriquecidos y no enriquecidos.



<sup>a</sup> No se encontró diferencia significativa entre tratamientos ( $P > 0.05$ )

<sup>b</sup> Se encontró diferencia significativa por efecto del período de medición ( $P = 0.05$ )

En el Cuadro 1 se muestran las medias de mínimos cuadrados para la proporción de animales que realizan la conducta ingestiva de alimento observadas en cabritas E y NE. No se

observó diferencia significativa ( $P>0.05$ ) por efecto del tratamiento ni del período.

Cuadro 1. Medias de mínimos cuadrados para la proporción de animales realizando la conducta ingestiva de alimento en ambiente enriquecido (E) y no enriquecido (NE)

Medición	Tratamiento	
	NE	E
<b>1<sup>a</sup></b>	0.36±0.02*	0.27±0.02
<b>2</b>	0.20±0.05	0.24±0.05
<b>3</b>	0.26±0.04	0.27±0.04
<b>4</b>	0.22±0.06	0.24±0.06
<b>5</b>	0.26±0.04	0.20±0.04
<b>6</b>	0.19±0.01	0.28±0.01
<b>7</b>	0.27±0.04	0.27±0.04
<b>8</b>	0.23±0.01	0.33±0.01
<b>9</b>	0.11±0.008	0.11±0.008

<sup>a</sup> Número de períodos de observación durante el tratamiento

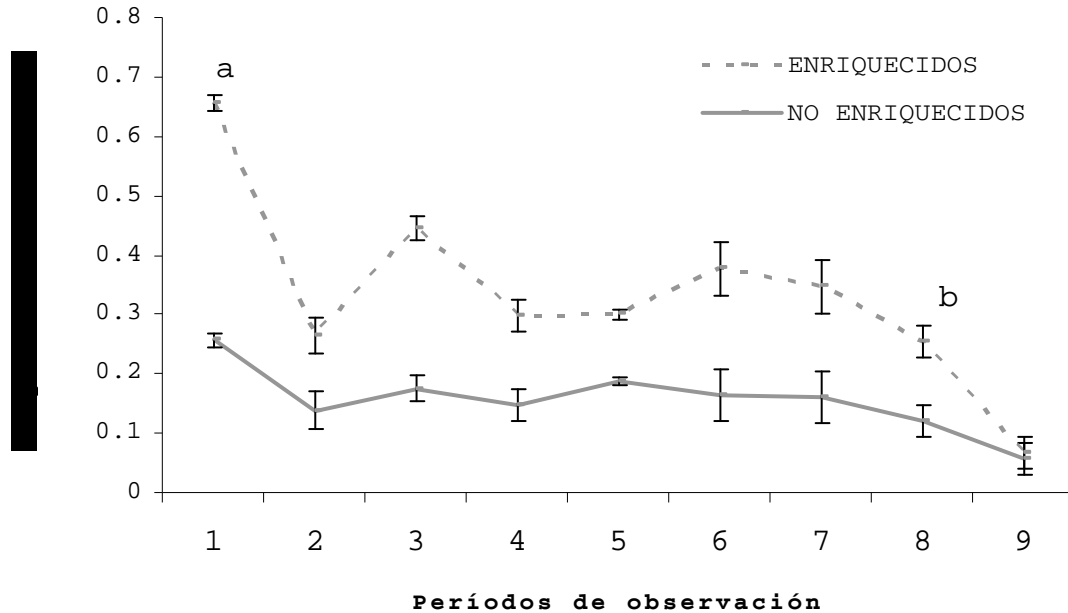
<sup>b</sup> No se observaron efectos significativos del tratamiento ni período de observación

\* Proporción de animales

## 6.2 RUMIA

En la Figura 2 se muestran las medias de mínimos cuadrados para la proporción de animales realizando la conducta rumia en ambientes enriquecidos y no enriquecidos. Se observó un efecto significativo del tratamiento ( $P<0.05$ ) y período de medición ( $P<0.001$ ). Se observó en el grupo no enriquecido, presenta una menor proporción de animales rumiando.

Figura 2. Medias de mínimos cuadrados para la proporción de animales realizando la conducta rumia en ambiente enriquecido y no enriquecido



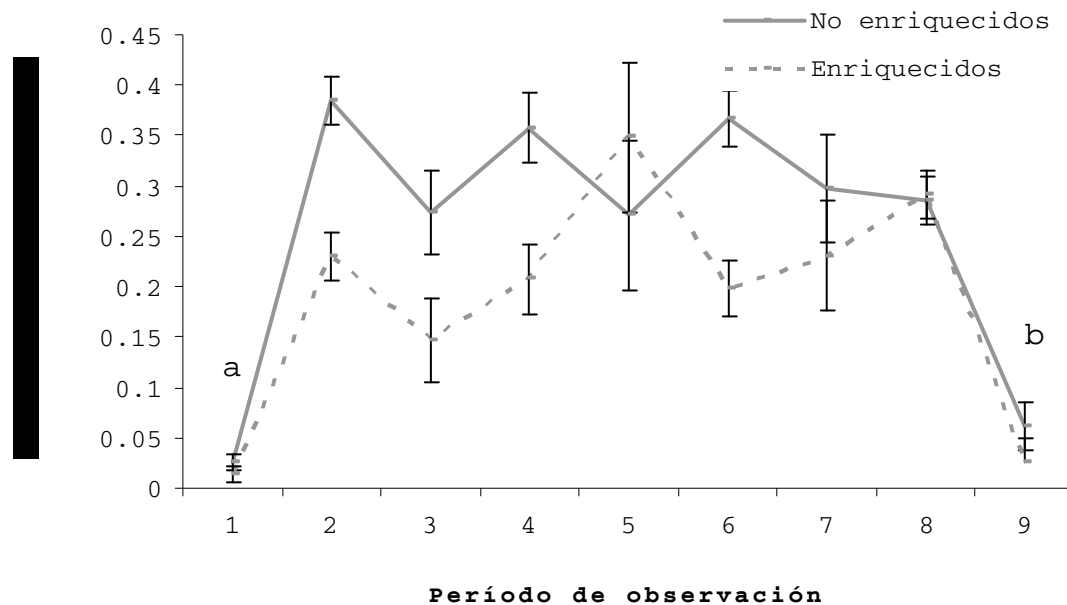
<sup>a</sup> Se observó diferencia significativa entre tratamientos ( $P < 0.05$ )

<sup>b</sup> Se observó diferencia significativa por efecto del período de medición ( $P < 0.001$ )

### 6.3 DESCANSO

En la Figura 3 se muestran las medias de mínimos cuadrados para la proporción de animales realizando la conducta de descanso en cabritas enriquecidas y no enriquecidas. No se observó diferencia significativa entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). Se observó un efecto significativo del período de medición en el tiempo ( $P < 0.05$ ). Se observa en la medición 5 que el descanso es opuesto entre los dos grupos de cabras y al final de la medición el comportamiento es similar.

Figura 3. Medias de mínimos cuadrados para la proporción de cabritas realizando la conducta de descanso en ambiente enriquecido y no enriquecido



<sup>a</sup> No se encontró diferencia significativa entre tratamientos ( $P > 0.05$ )

<sup>b</sup> Se observó diferencia significativa por efecto del período de medición ( $P < 0.001$ )

#### 6.4 LOCOMOCIÓN

En el Cuadro 2 se muestran las medias de mínimos cuadrados para la proporción de cabritas realizando la conducta de locomoción en ambiente enriquecido y no enriquecido. No se observó diferencia significativa entre tratamientos ( $P > 0.05$ )

Cuadro 2. Medias de mínimos cuadrados para la proporción de animales realizando la conducta de locomoción en ambiente enriquecido (E) y no enriquecido (NE)

MEDICIÓN	TRATAMIENTO	
	NE	E
1 <sup>a</sup>	0.14±0.03*	0.15±0.03
2	0.09±0.01	0.09±0.01
3	0.13±0.02	0.12±0.02
4	0.10±0.01	0.11±0.01
5	0.12±0.02	0.12±0.02
6	0.09±0.02	0.08±0.02
7	0.10±0.02	0.13±0.02
8	0.09±0.006	0.09±0.006
9	0.04±0.01	0.06±0.01

<sup>a</sup> Número de períodos de observación durante el tratamiento

<sup>b</sup> No se observaron efectos significativos del tratamiento ni período de observación

\* Proporción de animales

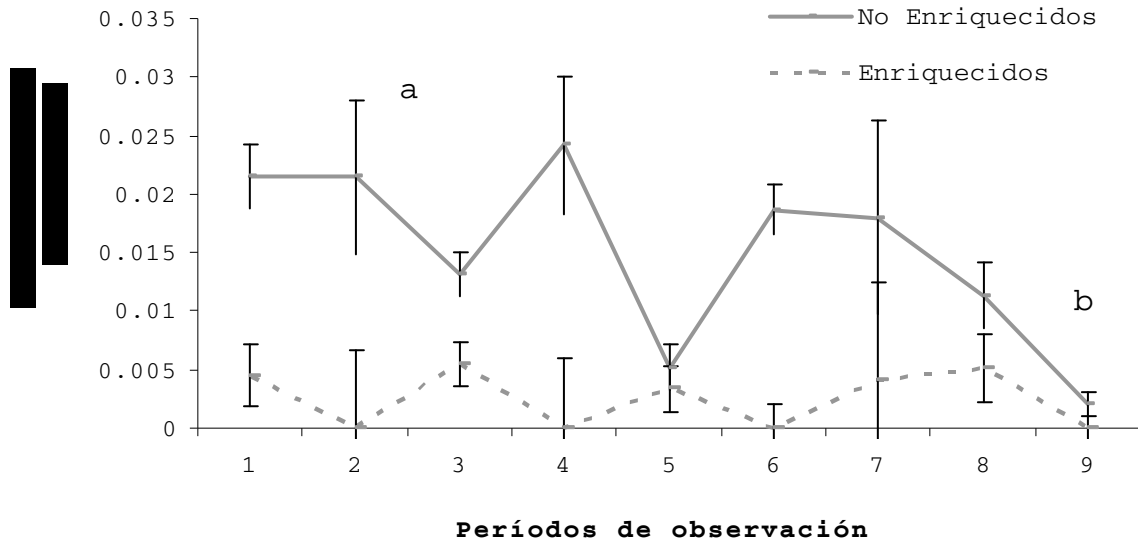
## 6.5 ENCUENTROS AGONÍSTICOS

En la Figura 4 se muestran las medias de mínimos cuadrados para la proporción de animales realizando la conducta de encuentros agonísticos en cabritas enriquecidas y no enriquecidas. Se observa efecto significativo del tratamiento ( $P < 0.05$ ) y del período de medición ( $P < 0.05$ ).

De manera global, se observó que la proporción de animales enriquecidos realizando los encuentros agonísticos, fue menor ( $3.6 \pm 3.01$ ) en comparación con las cabras no enriquecidas ( $21.7 \pm 3.01$ ).



Figura 4. Medias de mínimos cuadrados para la proporción de cabritas realizando la conducta de encuentros agonísticos en ambiente enriquecido y no enriquecido



<sup>a</sup> Se encontró diferencia significativa entre tratamientos ( $P < 0.05$ )

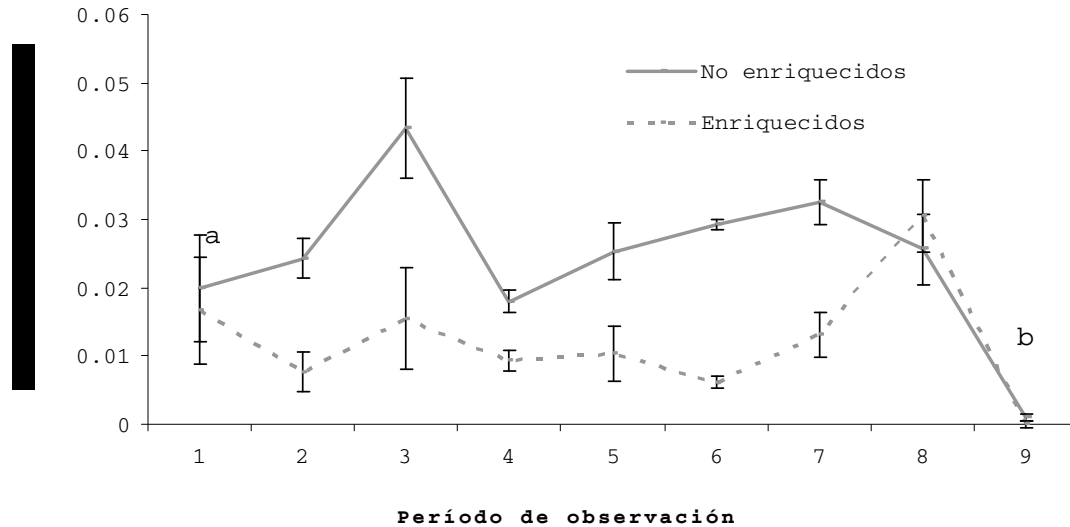
<sup>b</sup> Se observó diferencia significativa por efecto del período de medición ( $P < 0.01$ )

## 6.6 ACICALAMIENTO

En la Figura 5 se observan las medias de mínimos cuadrados para la proporción de cabritas realizando la conducta de acicalamiento en ambientes enriquecidos y no enriquecidos. Se encontró efecto marginalmente significativo del tratamiento ( $P = 0.07$ ) y significativo del período de medición ( $P < 0.05$ ).

De manera global, el grupo enriquecido tuvo una menor proporción de animales realizando el acicalamiento ( $17.05 \pm 3.05$ ) en comparación con el grupo no enriquecido ( $35.1 \pm 3.05$ ).

Figura 5. Medias de mínimos cuadrados para la proporción de cabritas realizando la conducta de acicalamiento en ambiente enriquecido y no enriquecido



- <sup>a</sup> Se encontró diferencia marginalmente significativa entre tratamientos (P=0.07)  
<sup>b</sup> Se observó diferencia significativa por efecto del período de medición (P<0.01)

## 6.7 RASCADO CON INSTALACIONES

En el Cuadro 3 se muestran las medias de mínimos cuadrados para la proporción de animales realizando la conducta de rascado con instalaciones en ambiente enriquecido y no enriquecido. No se encontró efecto significativo del tratamiento (P>0.05).

Cuadro 3. Medias de mínimos cuadrados para la proporción de animales realizando la conducta de rascado con instalaciones en ambiente enriquecido (E) y no enriquecido (NE)

MEDICIÓN	TRATAMIENTO	
	NE	E
1 <sup>a</sup>	0.02±0.006	0.007±0.006
2	0.02±0.003	0.008±0.003
3	0.01±0.008	0.01±0.008
4	0.01±0.005	0.001±0.005
5	0.01±0.006	0.01±0.006
6	0.004±0.01	0.001±0.001
7	0.01±0.006	0.001±0.006
8	0.02±0.006	0.007±0.006
9	0.004±0.001	0.002±0.001

<sup>a</sup> Número de períodos de observación durante el tratamiento

<sup>b</sup> No se observaron efectos significativos del tratamiento ni período de observación

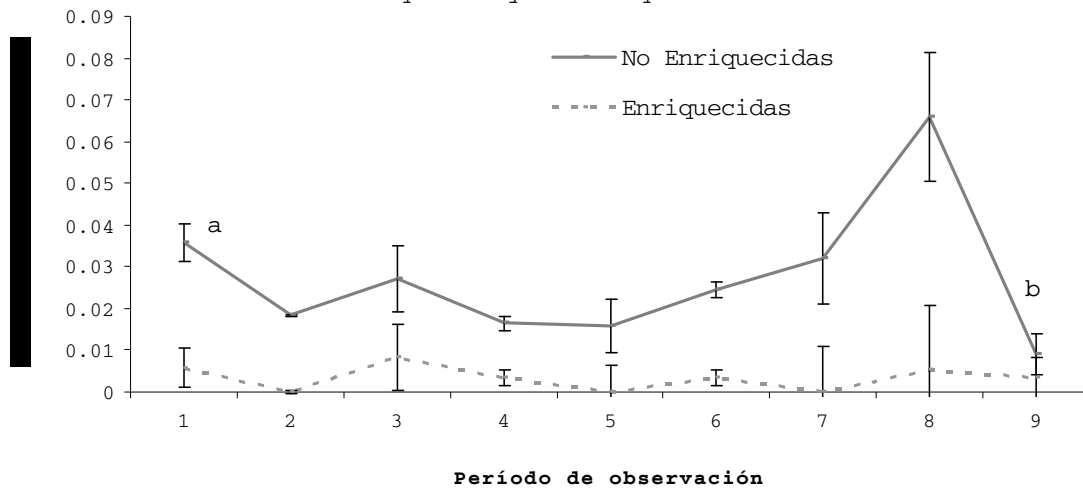
\* Proporción de animales

## 6.8 CONDUCTA EXPLORACIÓN

En la Figura 6 se muestran las medias de mínimos cuadrados de la proporción de animales realizando la conducta de exploración en ambiente enriquecido y no enriquecido. Se observó efecto significativo del tratamiento ( $P < 0.05$ ). Obsérvese que en la medición 8 la conducta de exploración aumentó en el grupo de las cabras no enriquecidas.

De manera global el grupo enriquecido presentó menor proporción de animales realizando la conducta de exploración ( $4.7 \pm 5.1$ ) en comparación con el grupo no enriquecido ( $38.7 \pm 5.1$ ).

Figura 6. Medias de Mínimos cuadrados para la proporción de animales realizando la conducta de exploración en ambiente enriquecido y no enriquecido



<sup>a</sup> Se encontró diferencia significativa entre tratamientos ( $P < 0.05$ )

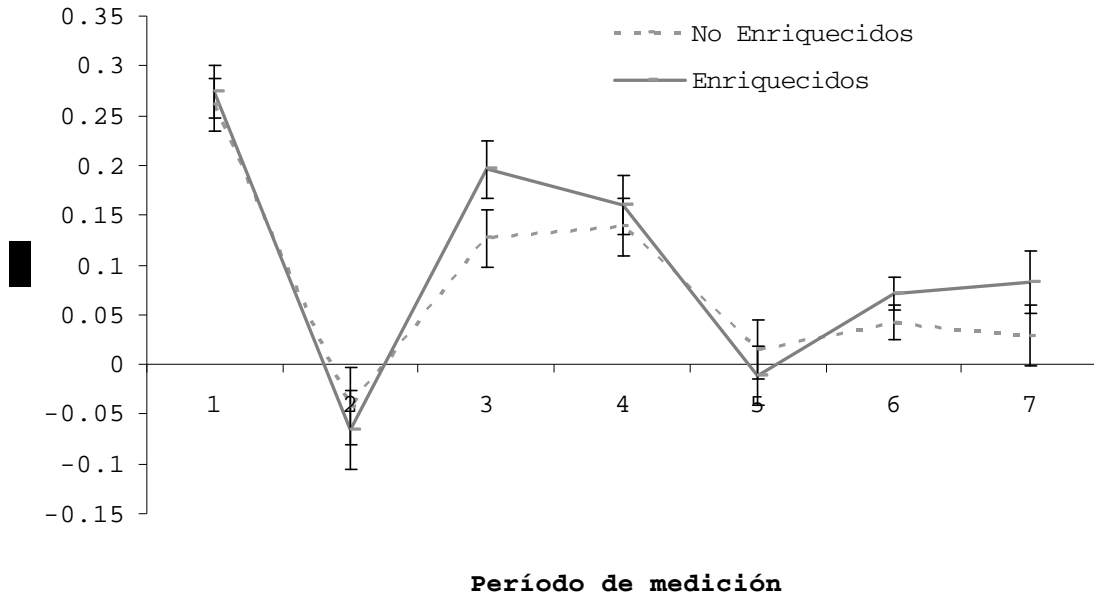
<sup>b</sup> No se observó diferencia significativa por efecto del período de medición ( $P > 0.05$ )

## 6.9 GANANCIA DE PESO

En la Figura 7 se observan las ganancias diarias de peso de las cabritas enriquecidas y no enriquecidas.

La ganancia diaria de peso global promedio en el grupo de los enriquecidos fue mayor ( $P < 0.05$ ) ( $108.8 \pm 5.9g$ ) en comparación al grupo de los no enriquecidos ( $87.9 \pm 5.9g$ )

**Figura 7. Ganancia diaria de peso en cabritas enriquecidas y no enriquecidas**



<sup>a</sup> No encontró diferencia significativa entre tratamientos ( $P>0.05$ )

<sup>b</sup> No se observó diferencia significativa por efecto del período de medición( $P>0.05$ )

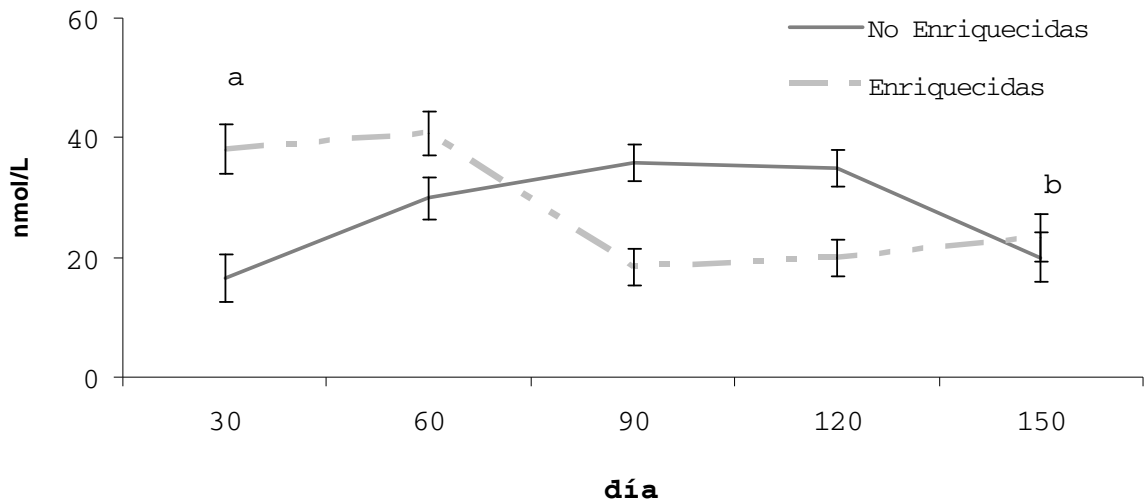
#### **6.10 PROGESTERONA**

No se observó diferencia significativa por efecto del tratamiento, a los 180 días de edad en los niveles de progesterona mayor a 1 ng/ml en las cabritas de ambos tratamientos ( $P>0.05$ ).

#### **6.11 CORTISOL**

En la Figura 8 se observa las mediciones a los días 30, 60, 90, 120, 150 de cortisol. No se observó efecto significativo del tratamiento ni del período de observación ( $P>0.05$ ).

Figura 8. Medición de cortisol en cabritas enriquecidas y no enriquecidas



<sup>a</sup> No encontró diferencia significativa entre tratamientos ( $P > 0.05$ )

<sup>b</sup> No se observó diferencia significativa por efecto del período de medición ( $P > 0.05$ )

### 6.12 Incidencia de Enfermedades

Se registraron 3 casos en el grupo de las cabras no enriquecidas y un caso en el grupo de las cabras enriquecidas con procesos respiratorios agudos y se aplicaron antibióticos y desinflamatorios por 5 días, un caso de dilatación abdominal del cuadrante superior izquierdo en el grupo de las cabras enriquecidas, y un caso en el grupo de las no enriquecidas, tratándose con un atimpánico comercial y sondeo.

### 6.13 Conducta Estral

No se observó diferencia significativa por efecto del tratamiento entre ambos grupos ( $P > 0.05$ ).

## **7. DISCUSIÓN**

### **7.1 Conducta Ingestiva**

El enriquecimiento ambiental acumulado en cabritas no afectó la conducta ingestiva, tanto de agua como de alimento entre ambos grupos. Lo anterior concuerda con el trabajo de Rosas (4), quien evaluando la conducta de cabritas enriquecidas únicamente a partir del destete, concluyó que el enriquecimiento ambiental no afecta dicha conducta.

### **7.2 Rumia**

El efecto acumulado del enriquecimiento ambiental tuvo impacto en la proporción de animales realizando la conducta de rumia, ya que se observó que los grupos no enriquecidos invirtieron menor proporción de animales en promedio en esta conducta, lo que coincide con lo reportado por Bell (13) y Soberón (12), quienes dicen que la rumia es un indicador de bienestar y cualquier alteración en ella puede ser indicativa de dolor, estrés e incomodidad. La regularidad de la rumia en las cabras está inversamente relacionada con el estado de alerta, con períodos largos y regulares durante los estados de somnolencia.

### **7.3 Descanso**

El enriquecimiento ambiental acumulado tuvo un efecto significativo sobre la proporción de animales realizando la conducta de descanso por efecto del período de medición. Se

observó que el grupo de las cabras no enriquecidas invertían mayor proporción de animales en el descanso, resultado similar a lo reportado por Rosas (4), en su trabajo de enriquecimiento ambiental en la etapa de lactancia, pero se contraponen a lo obtenido por Rosas (4) en su trabajo de enriquecimiento ambiental en cabritas durante la etapa de desarrollo sin haber sido enriquecidas ambientalmente durante la lactancia, quien concluyó que el enriquecimiento no provoca ningún cambio significativo en el tiempo invertido en descansar en caprinos durante la etapa del destete. Tejeda (66), indica que el aburrimiento se manifiesta más comúnmente como apatía o disminución de la actividad y es un parámetro para medir el estrés en aves. Hacia el final del estudio, el grupo enriquecido incrementó su descanso debido probablemente a la habituación del enriquecimiento, a la edad de los animales, lo cual puede estar relacionado con lo que menciona Soberón (12) quien dice que las cabritas desde temprana edad son muy activas y juegan de muchas formas siendo éste más frecuente al amanecer y al anochecer y conforme van creciendo esta actividad va disminuyendo.

#### **7.4 Locomoción**

No se encontró diferencia en la proporción de animales realizando la conducta de locomoción entre ambos tratamientos, en contraste con lo descrito por Rosas (4), quien en su trabajo



de enriquecimiento ambiental en cabritas durante la lactancia y después en el destete, menciona que los grupos de cabritas con enriquecimiento realizan en promedio mayor actividad ya sea trepando, corriendo y saltando alrededor del enriquecimiento. En este estudio, la proporción de animales realizando la conducta de locomoción no se incrementó, probablemente a la habituación del enriquecimiento, debido a que en los trabajos descritos por Rosas (4), se enriquecieron a las cabras por etapas separadas y no de manera acumulativa como en el presente estudio.

#### **7.5 Encuentros agonísticos**

Los grupos de cabritas no enriquecidas presentaron una mayor proporción de animales realizando la conducta de encuentros agonísticos en comparación al los grupos enriquecidos. Los resultados de esta conducta, concuerdan con los resultados obtenidos por Rosas (4) en su trabajo de enriquecimiento ambiental en cabritas en dos fases, la primera en lactancia y la segunda en destete y Martínez (67), quien enriqueció acumulativamente a cabritas en praderas naturales desde el nacimiento y hasta el destete. Ambos autores reportaron que en ambientes enriquecidos disminuyó esta clase de interacciones sociales (4,67). En cerdos, Rodarte (52) indicó que la introducción de objetos novedosos como cámaras de llanta y cuerdas, disminuyeron los encuentros físicos con otros

individuos y los comportamientos redirigidos a los objetos colgantes. De la misma forma, en pollos de engorda, según Tejeda (51), con la introducción del enriquecimiento ambiental disminuyó la frecuencia de picoteo a la cabeza.

En este estudio cuando se introducía por primera vez un tipo de enriquecimiento, se incrementaban los encuentros agonísticos para determinar la posición jerárquica de acercamiento a dicho enriquecimiento, una vez marcada la jerarquía cedían las peleas; en los grupos no enriquecidos los encuentros agonísticos eran constantes, lo anterior concuerda con lo dicho por Sisto (11), quien refiere que las peleas se presentan con estrategia para establecer el orden de dominancia en el rebaño.

Según Galindo (33), un indicador de conducta anormal es el incremento en la agresión, por lo que los encuentros agonísticos se acrecientan y podría ser una manera de evaluar el bienestar de los animales.

#### **7.6 Acicalamiento.**

El enriquecimiento ambiental acumulado tuvo efecto significativo en la proporción de animales realizando la conducta de acicalamiento en el tratamiento y período de medición entre ambos grupos. Los grupos de las cabras no enriquecidas invirtieron mayor proporción de animales realizando la conducta de acicalamiento, lo que puede indicar

según Sisto (11), un nivel reducido de bienestar en comparación al grupo enriquecido. Estos resultados se contraponen con lo reportado por Rosas (4), en su trabajo de enriquecimiento ambiental en cabritas, durante las fases de lactancia y desarrollo quien no observó diferencias entre enriquecidas y no enriquecidas.

### **7.7 Conducta de exploración**

En el grupo enriquecido se observó una menor proporción de animales realizando la conducta de exploración en comparación con el grupo no enriquecido. El grupo de las cabras enriquecidas la conducta de exploración se enfocaba más en los elementos de enriquecimiento introducidos a sus alojamientos a diferencia del grupo de las cabras no enriquecidas, quienes la dirigían hacia las instalaciones como puertas y rejas, pudiendo llegar a ser causa de un incremento en los costos por concepto de reparación de instalaciones. Ambas observaciones coinciden con lo reportado por Rosas (4), en su trabajo de enriquecimiento ambiental en cabritas; y por lo descrito por Sisto (11), quien menciona que las cabras son animales curiosos que olfatean y mordisquean lo que les llama la atención; y con lo reportado por Gifford et al. (65), quien menciona que en cerdos hay una predilección por un elemento nuevo de enriquecimiento.

### **7.8 Ganancia diaria de peso**

El enriquecimiento acumulado tuvo efecto en la ganancia diaria de peso de las cabritas enriquecidas, ya que éstas, de manera global, ganaron en promedio 20 gramos más por día en comparación con las cabritas no enriquecidas, siendo esto un factor importante para decidir el momento de implementar un sistema de enriquecimiento ambiental. Los resultados se contraponen con lo descrito por Rosas (4), quien aplicando el enriquecimiento ambiental a partir del destete en cabritas, no encontró diferencias en dicha variable; y con lo reportado por Martínez (67), quien usó enriquecimiento ambiental de manera acumulativa desde lactancia, sin obtener un efecto significativo sobre la GDP. Rodarte (52) en cambio, mencionó que en los lechones enriquecidos se incrementó la ganancia de peso.

### **7.9 Medición de Progesterona y Cortisol**

En cuanto a los niveles de progesterona para determinar el inicio de la etapa reproductiva en las cabras a los 180 días de edad, no se encontró efecto significativo del tratamiento. Se midió esta variable, con el fin de obtener alguna información relacionada al efecto del enriquecimiento ambiental de manera acumulada en el inicio de la actividad reproductiva de las cabras. No se encontraron trabajos relacionados con el efecto del enriquecimiento ambiental en dicha medición.

Este estudio no mostró diferencia significativa en los niveles de cortisol entre ambos tratamientos. Estos resultados son similares a los reportados por Rosas (4) y Toxqui (50), quienes no encontraron diferencia en las mediciones de cortisol en las cabras enriquecidas y no enriquecidas. Aunque no se encontraron diferencias en los niveles de cortisol entre ambos grupos, hay diferencias en el comportamiento, lo que indica una mejoría en el bienestar de las cabras enriquecidas, por lo que los resultados de dicha variable en este estudio, sugieren utilizar otras técnicas de medición de estrés, como el desafío del ACTH, cuyo objetivo es estimar el grado de alteración existente en la actividad de síntesis enzimática en la corteza adrenal. (69)

En otros estudios, en los que se observa que diferentes prácticas de manejo causantes de estrés en cabras domésticas influyen directamente en los niveles de cortisol en sangre (Nwe, (43); Ortiz de Montellano, (68)).

#### **7.10 Incidencia de enfermedades**

No se registraron suficientes casos para hacer inferencias estadísticas, pero Nelson (70) y Von Borell (38), reportan que el estrés a largo plazo a nivel orgánico puede provocar incremento de la susceptibilidad a infecciones bacterianas y baja producción de anticuerpos.

Brousset (5) indicó que hay riesgos a tomar en cuenta a la hora de implementar un esquema de enriquecimiento ambiental, debido a la naturaleza del alojamiento y del enriquecimiento ambiental, ya que si no se hace un adecuado manejo de los elementos de enriquecimiento ambiental podría ocasionar lesiones en los animales enriquecidos.

## 8. CONCLUSIONES

El enriquecimiento ambiental desde la lactancia y destete, tuvo efectos significativos en las siguientes conductas:

Las cabras enriquecidas presentaron menor proporción de animales realizando la conducta de acicalamiento.

Las cabras enriquecidas mostraron mayor proporción de animales rumiando.

Las cabras no enriquecidas presentaron mayor proporción de animales explorando las instalaciones, mientras que las enriquecidas exploraban los elementos de enriquecimiento.

Se incrementaron los encuentros agonísticos en las cabras no enriquecidas.

Se incrementó la ganancia diaria de peso de manera global en 20 gramos más por día, en los grupos de cabras enriquecidas.

El cortisol en este estudio no mostró diferencias entre ambos tratamientos.

Es importante señalar que será necesario y de gran utilidad conocer el efecto acumulado del enriquecimiento ambiental en las siguientes etapas de la cadena productiva y en las diferentes condiciones de producción caprina existentes en nuestro país.

## 9. LITERATURA CITADA

1. Casas PM. Análisis de los sistemas de producción caprina en México. Memorias del Primer congreso Nacional Azteca; 1984. Querétaro (Querétaro). México. México (DF):Asociación Mexicana de Zootecnistas y técnicos en Caprinocultura A.C.,1984
2. Dubeuf JP, Morand-Fhr P, Rubino R. Situation, changes and future of goat industry around the world. Small Rumn. Res. 2004; 51:165-173
3. Galindo MF. Enriquecimiento ambiental en zoológicos. Memorias de XIV Simposium sobre Fauna Silvestre; 1996 Septiembre 11-13; Universidad Autónoma de México. México (DF)
4. Rosas TP. Efecto del enriquecimiento ambiental sobre indicadores de comportamiento en cabras destetadas de genotipo lechero. Memorias de la XX Reunión Nacional Sobre Caprinocultura; 2005 Octubre; Culiacán (Sinaloa) México. 2005: 591-596
5. Brousset DH-J. Enriquecimiento ambiental en fauna silvestre. En: Galindo FM, Orihuela AT, editores. Etología aplicada México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2004: 279-309



6. Mench JA. Environmental enrichment and the importance of exploratory behavior. Second Nature, Environmental Enrichment for captive animals. 2005; 30-45
7. Flint M, Murray PJ. Lot-fed goats- the advantages of using an enriched environment. Aust. J. Exp. Agri. 2001; 41:473-476
8. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.(citado 2004) Available from: URL: <http://faostat.fao.org/>
9. Sistema de información agroalimentaria de consulta. México.(2003 Septiembre; citado 2007 Julio)Available from: URL: <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/sistemas/siacon/SIACON.htm>
10. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.(citado 2006) Available from: URL: <http://faostat.fao.org/>
11. Sisto BA. Etología aplicada en los caprinos. En: Galindo FM, Orihuela AT, editores. Etología Aplicada. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2004:147-160
12. Soberón MA. Comportamiento del ganado caprino. En: Apuntes de etología aplicada. Departamento de etología,

- fauna silvestre y animales de laboratorio. México: Universidad Nacional Autónoma de México 2001; 37-41
13. Bell FR, Lawn AM. The pattern of rumination behaviour in housed goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 1957; 5:85-89
  14. Oshiro S, Nakame H, Hirayama T, Furuta K, Hongo F, Hirkawa M, Higodshi H. Effects of duration of photoperiod on the rumination behaviour of goats. *Small Rumn. Res.* 1996; 22:97-102
  15. Haenlein R, Caccese U, Goat behaviour. In goat Handbook. University of Delawere, Newark, Delawere, U.S.A. 1992
  16. Fraser AF, Broom DM. Farm animal behaviour and welfare. Third Edition. Bailliere Tindal, London, U.K, 1990
  17. Maier R. Comportamiento animal, un enfoque evolutivo y ecológico. Versión española de: Pérez A, Colell M. Mac Graw Hill / Interamericana. Madrid España, 2001.
  18. Escós J, Alados CL, Boza J. Leadership in a domestic goat herd. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 1993, 38:41-47
  19. Tölü c, Türker S. A brief report on intra-species aggressive biting in a goat herd. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2007, 102:124-129

20. Orgeur P, Mimouni P, Signoret JP. The influence of rearing conditions on the social relationships of young male goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 1990; 27:105-107
21. Boivin X, Braastad BO. Effects of gentling at early weaning or later on goats reaction to human. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 1995; 44:257-258
22. Lickliter RE. Mother-Infant spatial relationships in domestics goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 1984/85; 13:93-100
23. Bergamasco L, Macchi E, Facello C, Badino P, Odore R, Pagliasso S, Bellino C, Osella MC, Re G. Effects of brief maternal separation in kids on neurohormonal and electroencephalographic parameters. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2005; 93:39-52
24. Wechsler B. coping and coping strategies: a behavioral view. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 1995; 43:123-134
25. Jensen P. Individual variation in behavior noise or functional strategies. XXVIII International Society for Applied Ethology; 1994; Copenhagen (Denmark)
26. Langbein J, Puppe B. Analysing dominance relationship by sociometric methods- a plea for a more standardised and precise approach in farm animals. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2004; 87:293-315

27. Galindo FM. The relationships between behaviour and the occurrence of lameness in dairy cows. Doctoral Thesis. University of Cambridge U.K.
28. Fernandez MA, Álvarez RL, Zarco L. Reagrouping lactating goats increases aggression and decreases milk production. *Small Rumin. Res.* 2007; 70:228-232
29. Mench JA, Morrow-Tesch J, Ling-ru C. Environmental Enrichment for farm animals. *Lab anim. (NY)* 1998; 27: 36
30. Spinka M. How important is natural behaviour in animal farming systems?. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2006; 100:117-128
31. Jensen M, Rikke K. Play behaviour in group housed dairy calves, the effect of space allowance.
32. Kotwal SK, Sharme RK, Srivastava AK. Industrial pollutants and animal health- A review. *Indian J. Anim. Sci.* 2005; 75:713-722
33. Galindo MF. Introducción al concepto de bienestar animal. En: Galindo MF, Orihuela AT, editores. *Etología aplicada México: Universidad Nacional Autónoma de México,* 2004:1-10
34. Galindo MF. *Etología aplicada al estudio del bienestar animal. Memorias del curso de etología aplicada a la medicina veterinaria y al bienestar animal; 2006*

marzo 2-3; Distrito Federal (México): Universidad Nacional Autónoma de México, 2006:8-10

35. Rudramma BG, Varshney VP, Kumar S, Babu J, Sanwal PC. Cortisol and catecholamine profile in goats subjected to restraint and isolation stress. *Indian J. Anim. Sci.* 2003; 73: 376-380
36. Grandin T. Environmental causes of abnormal behaviour. *Large Animal Veterinarian.* 1989; May/June: 13-16
37. Manteca X, Deag JM. Individual variation in response to stressors in farm animals, implications for experimenters. *Animal Welf.* 1994; 3:213-218
38. Von Borell EV. Neuroendocrine integration of stress and significance of stress for the performance of farm animals. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 1995; 44:219-227
39. Mason JW. A re-evaluation of the concept of "Non-Specificity" in stress theory. *J psychiat. Res.* 1971;8:323-333
40. Kidman A. Stress, cognition and the nervous system. *Neurochem. Int.* 1984;6:715-720
41. Shivkumar B, Das PK, Sanyal S, Ghosh PR, Das BC, Roy S, Batayabal S, Ghosh D, Sejian V, Pandiyan GD. Plasma

- biochemical profile and Cortisol level in unilateral adrenalectomized goat. Indian Vet. J. 2005; 82:1258-1260
42. Kaushish SK, Sengupta BP, Georgie GC. Effect of thermal stress and water restriction on Cortisol level of beetal and black Bengal goats. Indian J. Anim. Sci. 1997; 67:1104-1105
43. Nwe TM, Hori E, Manda M, Watanabe S. Significance of catecholaminas and cortisol levels in blood during transportation stress in goats. Small Rumn. Res. 1996; 20:129-135
44. Greenwood PL, Shutt DA. Salivary and plasma cortisol as an index of stress in goats. Aust. Vet. J. 1992; 69:153-176
45. Chamove AS. Environmental enrichment a review. Anim. Technol. 1989; 40:3
46. Newberry RC. Environmental enrichment: Increasing the biological relevance of captive environments. Appl. Anim. Behav. Sci. 1995; 44:229-243
47. Newberry RC, Environmental enrichment, bringing nature to captivity. In: 28<sup>o</sup> international Society for Applied Ethology, ISAE Denmark. 1994 3-6 de August
48. Wilson SC, Mitlöhner FM, Morrow-Tesch J, Dailey JW, McGlone JJ. An assessment of several potential enrichment

devices for feedlot cattle. Appl. Anim Beba. Sci. 2002;  
76:259-265

49. Miranda L. Estrategias Sociales y el efecto del enriquecimiento ambiental sobre la reactividad al manejo y la actividad adrenocortical en cabras lecheras (tesis de maestría). Distrito Federal México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 2005
50. Toxqui GY. Efecto del Enriquecimiento ambiental sobre el bienestar y comportamiento productivo en cabras lecheras estabuladas. Memorias de XX Reunión Nacional sobre Caprinocultura; 2005 Octubre; Culiacán (Sinaloa) México. 2005: 557-562
51. Tejeda AP, Galindo FM, Quintana JL. Efecto del enriquecimiento ambiental sobre la conducta, parámetros de producción y respuesta inmune en pollos de engorda. Vet Méx. 2002; 33:89-100
52. Rodarte LC, Trujillo MO, Doporto JD, Galindo FM. Efecto de la manipulación ambiental sobre el comportamiento social, reactividad al humano y producción de lechones destetados a los 14 días de edad Vet Méx. 2005; 36:375-380
53. Baer JF. A veterinary perspectiva of potencial risk factors in environmental enrichment. Second Nature,

- Environmental Enrichment for captive animals. 2005; 277-295
54. Mellen JD, Shepherdson DJ, Huntchins. The future of environmental enrichment. Epilogue. Second Nature, Environmental Enrichment for captive animals. 2005; 329-337
55. Dohms Je. Stress-mechanisms of immunosuppression. Vet. Immu. Immunopath. 1991;30:89-109
56. Griffin FT. Stress and immunity: a Unifying concept. Vet. Imm. Immunopath. 1989;20:203-312
57. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (**INEGI**). México. Sistemas Nacionales Estadísticos y de Informática Geográfica 2008 (2008 marzo; citado 2008 marzo 2008) Available from: URL: <http://www2.inegi.gob.mx/sneig/>
58. Facultad de Medicina Veterinaria y zootecnia. México. Centros de enseñanza 2007 (2007 Noviembre; citado 2007 Noviembre 2007) Available from: URL: [www.fmvz.unam.mx/centros](http://www.fmvz.unam.mx/centros)
59. Sakurai K, Ohkura S, Matsuyama S, Katoh K, Obara Y, Okamura H. Body growth and plasma concentration of metabolites and metabolic hormones during the pubertal period in female shiba goats. J. Reprod. Dev. 2004; 50:197-205



60. Gupta Sk, Prakash A, Ram R. Histological and histochemical studies on the degenerating corpus luteum in goat. Indian Vet. J. 2005; 82:1196-1197
61. Saab AS, Sleiman FT, Nassar KH, Chemaly I, El-Skaff R. Implications of high and low protein levels on puberty and sexual maturity of growing male goat kid. Small Rumn. Res. 1997; 25:17-22
62. Lawar VS, Rasane DS, Wani VS. Age at first kidding and weight at puberty according to season of birth in angora, local and its crosses. Indian Vet. J. 1999; 76:561-562
63. Bobes RJ, Pérez M, Gómez Y, Romano MC. Metabolism of progesterone to estrogens and androgens by individual follicles of goat ovary. Small Rum. Res. 2003; 47:233-242
64. Lenter M, Bishop T. Experimental design and analysis. 2nd ed. Valley Book Company, 1993
65. Gifford AK, Cloutier S, Newberry RC. Objects as enrichment: Effects of object exposure time and delay interval on object recognition memory of the domestic pig. Appl. Anim. Beba. Sci. 2007; 107:206-217
66. Tejeda AP, Téllez GI, Galindo FM. Técnicas de medición de estrés en aves. Vet Méx. 1997; 28:345-351

67. Martínez M, Trujillo AM, Ducoing AW, Sisto AB, Soberón AM. Memorias 41 international society for applied ethology. Mérida (Yucatán) México. 2007;155
68. Ortíz de Montellano M, Galindo FM, Cavazos EA. Effect of electro-ejaculación on the serum cortisol response of criollo goats (*Capra hircus*). Small Rumn. Res. 2007; 69:228-231
69. Brousset DH, Galindo MF, Valdez RP, Romano MP, Shuneman AA. Cortisol en saliva, orina y heces: evaluación no invasiva en mamíferos silvestres. Vet Méx. 2005; 36:325-337
70. Nelson RJ. An introduction to behavioral endocrinology. Third Edition, the Ohio state university. 2006;

