

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



COMPORTAMIENTO SEXUAL DE MACHOS CABRIOS CON DIFERENTES
PROPORCIONES MACHO: HEMBRA Y SU RELACION CON LAS
TEMPERATURAS AMBIENTALES DURANTE LAS 24 HORAS.

POR:

FREDI DE LA PAZ LOZANO

TESIS:

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREON, COAHUILA, MEXICO

JUNIO, 2013

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

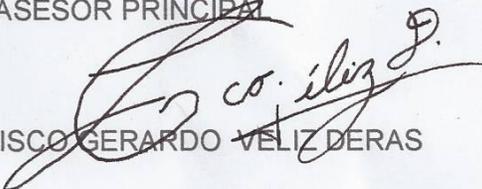


COMPORTAMIENTO SEXUAL DE MACHOS CABRIOS CON DIFERENTES
PROPORCIONES MACHO: HEMBRA Y SU RELACION CON LAS
TEMPERATURAS AMBIENTALES DURANTE LAS 24 HORAS.

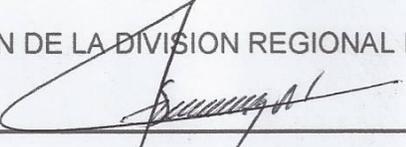
POR:

FREDI DE LA PAZ LOZANO

ASESOR PRINCIPAL


DR. FRANCISCO GERARDO VELIZ DERAS

COORDINACION DE LA DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL


M.V.Z. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



COMPORTAMIENTO SEXUAL DE MACHOS CABRIOS CON DIFERENTES
PROPORCIONES MACHO: HEMBRA Y SU RELACION CON LAS
TEMPERATURAS AMBIENTALES DURANTES LAS 24 HORAS.

TESIS POR:

FREDI DE LA PAZ LOZANO

Elaborado bajo la supervisión del comité particular y aprobado como requisito
parcial para optar por el título de:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

JURADO

co. iliz F
DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS
PRESIDENTE

MC. GERARDO ARELLANO RODRÍGUEZ
VOCAL

DR. PEDRO ANTONIO ROBLES TRILLO
VOCAL

MC ARACELY ZUÑIGA BERRANO
VOCAL SUPLENTE

2
MVZ. RODRIGO SIDRO SIMÓN ALONSO
COORDINADOR DE LA DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



EN CIENCIA ANIMAL La División
Regional de Ciencia Animal

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA



DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

COMPORTAMIENTO SEXUAL DE MACHOS CABRIOS CON DIFERENTES
PROPORCIONES MACHO: HEMBRA Y SU RELACION CON LAS
TEMPERATURAS AMBIENTALES DURANTES LAS 24 HORAS.

TESIS:

POR:

FREDI DE LA PAZ LOZANO

ELABORADA BAJO LA SUPERVISION DEL COMITÉ PARTICULAR DE
ASESORIA

ASESOR PRINCIPAL:

DR: FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS
MC OSCAR ÁNGEL GRACÍA
MC GERARDO ARELLANO RODRÍGUEZ
MC JUAN MANUEL GUÍLLEN MUÑOZ
DR. PEDRO ANTONIO ROBLES TRILLO
DRA. MA. DE LOS ANGELES DE SANTIAGO MIRAMONTES

TORREON, COAHUILA, MEXICO

JUNIO 2013

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo con gran amor, respeto, gratitud y admiración
A mis padres;

Sr. Rufino De la paz Chino
Y
Sra. Elidia Lozano Carrillo

A mi abuelita:
Marcelina Rodríguez Victoriano

A mis hermanos:
María Elena De la paz Lozano
Magdaleno De la paz Lozano
Lizbeth De la paz Lozano
Evelin De la paz Lozano

Por su apoyo incondicional que me han brindado durante el transcurso de mi vida.

A mis amigos:

Gracias por el tiempo y cariño que me han dedicado, los estimo y quiero mucho por formar parte de mi vida la cual la hicieron maravillosa.

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES

Rufino De la paz Chino y Elidia Lozano Carrillo

Por darme la vida, por apoyarme siempre en todo, por enseñarme buenos valores que me permitieron la realización de este sueño.

A MI FAMILIA

A mi abuelita Marcelina Rodríguez Victoriano que siempre estuvo animándome en todo.

A mis hermanos

María Elena, Magdaleno, Lizbeth, y Evelin.

Gracias por todo el apoyo económico y moral que siempre me han brindado, lo cual hizo posible este hermoso sueño. Mil gracias por depositar toda su confianza en mí, los amo.

A MI ALMA TERRA MATER

“Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro”

Por cobijarme en su seno durante cinco años, por formarme como profesional y darme el conocimiento para enfrentar al mundo laboral y por el apoyo brindado en todos los aspectos.

A MIS ASESORES

M.C. OSCAR ANGEL GARCIA

M.C. JUAN MANUEL GUILLLEN MUÑOZ

Por colaborar en la realización de la presente, por compartir sus conocimientos y dedicación.

... y en especial al DR. GERARDO VELIZ DERAS

Mil gracias por su infinito apoyo moral y ser parte de mi formación profesional, gracias por su disposición que siempre demostró.

A Todos mis maestros: por haber compartido conmigo sus conocimientos, sus experiencias, sus habilidades y por haber echo de mi un gran profesionalista.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 <i>Endocrinología en caprinos</i>	3
2.2 <i>Neuroendocrinología en el macho</i>	3
2.3 <i>Neuroendocrinología de la hembra</i>	4
2.4 <i>Acontecimientos endocrinos asociados al ciclo sexual</i>	5
2.5 <i>Estacionalidad reproductiva en caprinos</i>	5
2.5.1 <i>Estacionalidad reproductiva en el macho</i>	6
2.5.2 <i>Estacionalidad reproductiva en la hembra</i>	6
2.6 <i>Variaciones estacionales de la actividad reproductiva de los caprinos en regiones subtropicales</i>	7
2.7 <i>Comportamiento del macho cabrío</i>	9
2.7.1 <i>Importancia del olor y el comportamiento sexual de los machos</i>	9
2.7.2 <i>Efecto de las temperaturas sobre el comportamiento sexual en pequeños rumiantes</i>	9
2.8 <i>Capacidad de relación macho: Hembra (pequeños rumiantes)</i>	10
2.9 <i>Tratamiento de machos cabríos con testosterona</i>	11
Objetivos.....	13
Hipótesis.....	13
III. <i>Materiales y métodos</i>	14
3.1 <i>Localización del estudio</i>	14
3.2 <i>Animales experimentados</i>	15
3.2.1 <i>Machos</i>	15
3.2.2 <i>Inducción de la actividad sexual de los machos</i>	16
3.2.3 <i>Hembras</i>	16
3.2.4 <i>Formación de grupos experimentales (empadre)</i>	16
3.3 <i>Variables evaluadas</i>	17
3.3.1 <i>Prueba de comportamiento</i>	17

3.3.2	<i>Actividad sexual de los machos y hembras</i>	17
3.3.3	<i>Diagnóstico de gestación</i>	18
3.3.4	<i>Datos meteorológicos</i>	18
3.4	<i>Análisis estadístico</i>	18
IV.	<i>Resultados</i>	20
4.1	<i>Respuesta de los grupos experimentales vs. Testigos</i>	20
4.2	<i>Prueba de comportamiento machos tratados vs. no tratados con testosterona</i>	20
4.3	<i>La actividad sexual de las hembras</i>	21
4.4	<i>Respuesta con diferente proporción macho- hembra comportamiento sexual de los machos</i>	21
4.4.1	<i>La actividad sexual de los machos</i>	21
4.4.2	<i>La actividad sexual de las hembras</i>	22
4.4.3	<i>Comportamiento y variables medioambientales</i>	23
V.	<i>Discusión</i>	25
VI.	<i>Conclusión</i>	26
VII.	<i>Literatura citada</i>	28

INDICE DE FIGURAS

- Fig. 1.** Hembras y la temperatura, humedad e ITH registrada durante el estudio.....15
- Fig. 2.** Comportamiento sexual de los machos de los grupos E (barras grises) y T (barras blancas) del norte de México (26° N) durante una hora (0800- 0900 h) los dos primeros días de contacto con hembras anovulatorias.....20
- Fig. 3.** Respuesta de la actividad estral diaria de las hembras anovulatorias en diferentes proporciones (E5, círculos blancos; E10, círculos negros) expuestas a machos cabríos tratados con testosterona.....23

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comportamiento sexual de los machos cabríos expuestos a diferentes proporciones de hembras durante el periodo de estudio.....	22
Tabla 2. Comportamiento sexual de los machos cabríos durante el día y la noche expuestos a hembras durante el periodo de estudio.....	22
Tabla 3. Correlación del comportamiento sexual de los machos cabríos durante los días de empadre a variables medioambientales del semidesierto del norte de México (Latitud 26° 23'N y Longitud 104° 47' O).....	24

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la respuesta sexual de cabras multirraciales del norte de México con diferentes proporciones de macho: hembra (1:5 y 1:10) durante la primavera (Latitud 26° N). Se utilizaron cuatro machos tratados con (25 mg im) de testosterona, la cual fue aplicada cada 3 días durante tres semanas por animal y cuatro machos tratados con una solución salina cada tres días durante el mismo periodo que los otros machos. Un total de 60 cabras en anestro (mezcla de diversas razas lecheras) fueron asignadas a uno de 4 tratamientos de los grupos: Veinte hembras (1:10T; n=20) fueron expuestas a dos machos tratados con testosterona, otras diez hembras (1:5T, n=10) fueron expuestas a dos machos tratados con testosterona. Un tercer grupo de veinte hembras (1:10S, n=20) fueron expuestas a 2 machos tratados con solución salina, y un cuarto grupo de hembras (1:5S, n=10) fueron expuestas a dos machos tratados con solución salina. El comportamiento sexual de los animales fue registrado con un sistema de circuito cerrado de TV durante las 24 h del día. El diagnóstico de preñez fue detectada a los 45 días después del empadre, por ultrasonido transrectal. Las hembras que fueron expuestas a los machos tratados con solución salina (1:5S y 1:10S) ninguna manifestó respuesta sexual, igualmente estos machos (tratados con solución salina) no realizaron ningún intento o monta completa durante el periodo de estudio. El número de intentos de montas fue similar entre los machos tratados con testosterona (96 vs. 107; 1:5T y 1:10T, respectivamente), y para montas con eyaculación (40 vs. 62; 1:5T y 1:10T, respectivamente; $P>0.05$), sin embargo las montas completas fue de diferente

estadísticamente (179 vs. 249; 1:5T y 1:10T, respectivamente, $P < 0.05$). La respuesta estral de las cabras expuestas a los machos tratados con testosterona fue similar (1:5T y 1:10T 90 y 85%, respectivamente; $P > 0.05$). El porcentaje de gestación en los grupos 1:5T y 1:10T fue de 90 y 80%, respectivamente ($P > 0.05$). No se encontró ninguna correlación entre los comportamientos de los machos y las variables medioambientales registradas. Este trabajo concluye que los machos tratados con testosterona independientemente de la proporción de hembras para apareamiento son efectivos para sincronizar el estro en cabras anovulatorias.

Palabras Clave:

TESTOSTERONA, ESTACIONALIDAD, NEUROENDOCRINOLOGIA, ANESTRO, SINCRONIZAR

I. INTRODUCCIÓN

El comportamiento sexual es uno de los factores más importantes que influyen en la bioestimulación (Luna-Orozco et al., 2012). En las cabras durante su anestro estacional, se puede inducir y sincronizar la actividad sexual con la introducción de un macho al cual se le denomina “efecto macho”. Sin embargo, para que se pueda inducir la actividad sexual los machos deben mostrar un alto comportamiento sexual (Véliz et al., 2009). En efecto, se ha demostrado que los machos tratados con testosterona tienen la habilidad de inducir hasta el 93% de actividad estral en hembras anovulatorias, mientras que los machos testigos no son capaces de inducir la actividad sexual de las hembras (Luna-Orozco et al., 2012). Otro factor que puede afectar la respuesta de las hembras es el porcentaje de machos y hembras (Carrillo et al., 2007). Cuando se incrementó la proporción macho-hembras de 1:10 a 1:100, la respuesta estral disminuyó de 87% al 25%, respectivamente (Carrillo et al., 2007). Por otra parte se ha descrito en animales en empadre en agostadero, que aun mayor porcentaje de hembra por macho es menor el número de montas con eyaculación que un macho puede realizar por cada hembra lo que disminuye drásticamente el porcentaje de preñez (Mellado et al., 2000). Existen muy pocos estudios sobre el comportamiento sexual de los machos cabríos para ver si este varía durante las 24 h del día y si este es afectado por las condiciones ambientales, como es la temperatura y la humedad (Mellado et al., 2000). Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento sexual de machos cabríos estimulados con testosterona en el

efecto macho con diferentes proporciones de hembras durante las 24 h y la relación del comportamiento con variables ambientales.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Endocrinología en caprinos

La estacionalidad reproductiva es una característica de las razas de ovejas y cabras originarias de o adaptadas a latitudes templadas. Mientras que la actividad reproductiva en mamíferos es dependiente de las hormonas, en varios casos el entorno social puede ejercer alguna acción moduladora (Véliz et al., 2002). Durante el periodo de anestro la actividad sexual puede ser estimulada y sincronizada al ponerlas en contacto con machos cabríos, lo que se conoce como efecto macho (Delgadillo et al., 2003). Sin embargo, el porcentaje de cabras que responden sexualmente puede variar debido a factores como el nivel de comportamiento sexual de los machos cabríos (Rivas-Muñoz et al., 2010). En ovinos y caprinos se ha reconocido al fotoperiodo como el elemento principal en la regulación de la actividad reproductiva, iniciándose éste en el momento en que los días empiezan a reducir su duración, lo que permite que los nacimientos sean en la época en que la disponibilidad de forraje es mayor.

2.2 Neuroendocrinología en el Macho

La actividad espermatogénica depende de la LH y FSH. Estas hormonas inducen la diferenciación y la multiplicación de las células germinales, así como la síntesis y la secreción de la testosterona por las células de Leydig del testículo. La

testosterona participa en el mantenimiento de la espermatogénesis, también induce el comportamiento sexual y ejerce una retroalimentación sobre la secreción de las gonadotropinas. La LH es liberada de manera pulsátil (periodos breves de secreción) por la hipófisis. Provocado por la actividad de las neuronas de LH-RH del hipotálamo, se alternan con un periodo de reposo en los que se registra un nivel basal. Estos cambios bruscos de la concentración plasmática de LH provocan una estimulación rápida de las células de Leydig del testículo, las cuales responden liberando la testosterona en la sangre. Cada pulso de LH es seguido de un pulso de testosterona, cuya amplitud varía según la situación fisiológica del animal. Cuando la frecuencia no es muy elevada vuelve a su nivel basal entre dos pulsos (Chemineau y Delgadillo, 1993).

2.3. Neuroendocrinología de la hembra

Contrariamente al macho que presenta una actividad espermatogénica continúa, la cabra no gestante manifiesta ciclos estruales y ovulatorios que se suceden a intervalos más o menos regulares. Múltiples cambios neuroendocrinos están asociados con esta ciclicidad. En razas estacionales, la ciclicidad no es permanente durante el año, definiendo así una estación de anestro y una estación de actividad. La actividad neuroendocrina durante el anestro es, evidentemente, muy diferente de la observada durante la estación sexual (Chemineau y Delgadillo, 1993).

2.4 Acontecimientos endocrinos asociados al ciclo sexual.

Cuando ocurre un ciclo estrual normal (de duración aproximada 21 días) se asocia generalmente con una (o unas) ovulación(es) que se produce(n) de 30 a 36 horas después del inicio del estro. El cuerpo lúteo formado después de la luteinización del folículo es activo (secreta la progesterona), durante la fase luteal (de duración de 16 días en promedio). Después, se produce la luteólisis (destrucción del cuerpo lúteo) y se inicia un nuevo ciclo (Chemineau y Delgadillo, 1993).

2.5 Estacionalidad reproductiva en caprinos

La estacionalidad reproductiva es un fenómeno fisiológico de adaptación en muchas especies silvestres para enfrentar los cambios estacionales de las condiciones climáticas, para que los partos se presenten durante el momento más favorable para la supervivencia de las crías. La domesticación ha conducido a una pérdida casi completa de la adaptación de las especies al medio ambiente como ha sucedido con los bovinos y porcinos; sin embargo especies como los ovinos, caprinos y equinos han retenido la capacidad de adaptación, dando como resultado una reproducción estacional, por lo que razas de ovinos y caprinos de regiones templadas y subtropicales son sexualmente activos durante el otoño e invierno, de manera que los nacimientos ocurren durante la primavera (Malpaux et al., 1993), es una característica de algunas razas caprinas originarias o adaptadas

a las regiones subtropicales (Walkden-Brown et al.,1994; Delgadillo et al.,1999). En el subtropico mexicano, y en particular en la comarca Lagunera (26° N), existe una estacionalidad de los partos en las hembras locales mantenidas en condiciones extensivas, con un alto porcentaje de ellos entre noviembre y febrero, lo que indica que el inicio de la actividad sexual ocurre en junio. En los machos de esta misma región, mantenidos también en condiciones extensivas, el peso testicular, reflejo de la actividad de espermatogénesis (Delgadillo et al., 1995). En las cabras locales de las zonas áridas de México (26° N), el anestro estacional se presenta de marzo a agosto, mientras que en los machos de esta misma raza el periodo de reposo sexual se extiende de enero mayo.

2.5.1 Estacionalidad reproductiva en el macho

El anestro estacional se presenta de marzo a agosto, mientras que en los machos de esta misma raza el periodo de reposo sexual se extiende de enero a mayo. La intensidad en el comportamiento sexual de los machos es un factor determinante en la respuesta sexual de las hembras sometidas al efecto macho (Carrillo et al., 2007).

2.5.2 Estacionalidad reproductiva en la hembra

La estacionalidad es uno de los factores limitantes para lograr un buen manejo reproductivo; por ejemplo en los países septentrionales, las cabras después de un periodo de inactividad sexual, inician sus ciclos estrales en otoño,

la reducirse las horas luz. Esto explica que la estacionalidad es una respuesta por parte del sistema endocrino para liberar gonadotropinas de la hipófisis anterior, responsable de la representación del estro (Shelton, 1978).

2.6 Variaciones estacionales de la actividad reproductiva de los caprinos en regiones subtropicales.

En los caprinos, las variaciones estacionales de la actividad sexual de las hembras y los machos, provoca que los animales se encuentren en un 70% del año en inactividad sexual. El fotoperiodo controla las variaciones de la conducta sexual en esta especie, lo que ha hecho necesario proponer tratamientos que permitan limitar los efectos de las horas luz (Chemineau et al., 1999).

Debido a la gran diversidad de ambientes en los que crece la especie caprina, se han desarrollado diversas estrategias reproductivas (Walkden-Brown y Restall, 1996). Una de ellas utiliza al fotoperiodo, como una señal predictiva de los periodos más favorables para el nacimiento y posterior desarrollo de las crías. En este sentido se tienen raza de caprinos en las cuales su estrategia reproductiva está basada rígidamente por el fotoperiodo o de fotoperiodismo rígido, dentro de este esquema se contemplan la mayoría de las razas originarias de latitudes templadas o altas (Walkden-Brown y Restall, 1996). En estas razas se manifiestan marcadas variaciones en la actividad reproductiva; es decir, tienen un periodo de actividad sexual o anestro asociado frecuentemente con la ausencia de ovulación,

y un periodo de estación sexual el cual se caracteriza por la manifestación de ciclos estrales y ovulatorios (Chemineau et al., 1992).

En cambio, en otras razas el fotoperiodo tiene una influencia limitada sobre la producción o sea son no fotoperiódicas, como es el caso de las razas adaptadas a las zonas tropicales o de latitud menor a 25° C. En diversos estudios se ha demostrado que los caprinos, tanto hembras como machos, originarios de estas regiones carecen de una estación de anestro y/o reposo sexual que les permite aparearse y concebir durante casi todo el año (González et al., 1974). Un ejemplo de estas razas no fotoperiódicas son los caprinos criollos de la isla de Guadalupe en el Caribe (16° N), los cuales, en el caso de los machos no presentan variaciones estacionales en el peso testicular, que es el reflejo de la espermatogénesis (Chemineau, 1986). En este tipo de animales, las lluvias, la disponibilidad de alimento y las interacciones sociales, son los factores que juegan un papel preponderante en la manifestación de su actividad reproductiva anual.

De igual manera que en las cabras, la alimentación no es el factor que determina la estacionalidad reproductiva. Sin embargo, el nivel de nutrición si la modifica adelantando el inicio de la estación sexual en machos y hembras bien alimentados (Walkden-Brown et al., 1994; Duarte et al., 2010).

2.7 Comportamiento del macho cabrío

2.7.1. Importancia del olor y el comportamiento sexual de los machos

En las hembras, el olor del macho, y probablemente las feromonas producida por éste, estimulan las secreciones de la LH (Over et al., 1990). Sin embargo, el porcentaje de hembras que ovulan al ser expuestas al olor de los machos es menor que el obtenido cuando animales de los dos sexos se encuentran en contacto físico total (Claus et al., 1990; Walkden-Brown et al., 1993).

En el macho las características reproductivas también se ven influenciadas por la época del año. La nutrición es especialmente importante en la producción, calidad seminal e intensidad de la libido, por lo que los sementales deben recibir suplementación antes del empadre. También se ha demostrado el efecto del fotoperiodo sobre la actividad sexual (Trejo, 1989).

2.7.2 Efecto de las temperaturas sobre el comportamiento sexual en pequeños rumiantes

En los pequeños rumiantes adaptados a condiciones tropicales, la actividad reproductiva podría estar regulada, aparte del fotoperiodo, por otros factores del medio ambiente, entre ellos la precipitación, relacionada con la disponibilidad del alimento, la temperatura y la variación de la humedad (Tortora, 2009).

En condiciones naturales, el comportamiento sexual dependiente de la secreción de testosterona disminuye durante la primavera y verano, y el volumen del eyaculado y el número total de espermatozoides/ml disminuyen, y es el fotoperiodo el principal factor del medio ambiente que sincroniza la actividad sexual (Carrillo et al., 2010).

2.8 Capacidad de Relación macho: hembra (pequeños rumiantes)

Uno de los factores que influye en la respuesta de las hembras sometidas al efecto macho es la cantidad de hembras que son expuestas a un macho (proporción macho-hembra). Cuando el efecto macho se lleva a cabo usando una proporción macho- hembra de 1: 10 a 1: 20, el porcentaje de hembras que responden es mayor al 80%. Por ejemplo, en estudio realizado por carrillo y colaboradores (2007), el porcentaje de hembras que responden a la introducción de machos es una proporción 1:12, en ambos casos la respuesta es mayor al 90%. Asimismo, en las hembras caprinas de la comarca lagunera el efecto macho se realiza con éxito utilizando una proporción 1: 10 y utilizando machos previamente inducidos a una intensa actividad sexual mediante un tratamiento de días largos artificiales (Flores et al., 2000; Delgadillo et al., 2002; Véliz et al., 2006; Luna et al., 2008; Rivas-Muñoz et al., 2008). En los estudios anteriores, más del 80% de las hembras anovulatorias sometidas al efecto macho manifiestan actividad estral y ovárica en los primeros 10 días de contacto con los macho.

La proporción macho-hembra puede modificar la respuesta sexual de las hembras al efecto macho. Cuando se incrementa la proporción macho-hembra de 1:10 a 1:20 ó 1:100, la respuesta sexual disminuye de 87 a 80 y 25 %, respectivamente. Generalmente la mayor respuesta se ha registrado cuando se realiza al final del anestro estacional, cuando los machos ya han iniciado probablemente su actividad su actividad sexual de manera natural. Contrario a esto, cuando se realiza el efecto macho ha mediado del periodo de anestro con una proporción macho- hembra 1:10, la respuesta sexual es baja (8%) y en ocasiones es ausente (0 %). En las cabras locales del subtrópico mexicano, el efecto macho generalmente se ha realizado en una proporción de 1: 10 utilizando machos previamente inducidos a una intensa actividad sexual mediante un tratamiento fotoperiódico. En estas condiciones, más del 90 % de las hembras anovulatorias manifiestan actividad estral y ovulatoria a mediados del anestro estacional (Carrillo et al., 2007).

2.9 Tratamiento de machos cabríos con testosterona

El fotoperiodo es un factor regulador de la actividad sexual del macho cabrío a través de su acción sobre la epífisis, desde donde se libera melatonina, que controla la secreción de GnRH y potencia la liberación de LH hipofisaria, modificando el desarrollo del testículo y la liberación de la testosterona. Dicho factor se considera determinante para machos cabríos ubicados en las altas latitudes y climas templados (Roca et al., 1991; Walkden-Brown y Restall, 1996).

Los machos cabríos tratados con testosterona inducen eficientemente a cabras de anestro. Por ejemplo, Croker et al. (1982), reportaron que mediante el tratamiento con testosterona a machos cabríos castrados se indujo a la actividad estral el 74% de las cabras en los primeros 13 días, después de la introducción de los machos, mientras que el grupo testigo expuesto a machos cabríos castrados no tratados fue solamente del 17% (Luna-Orozco et al., 2012).

OBJETIVO

Evaluar la efectividad de la aplicación de testosterona en machos cabríos con diferentes proporciones de hembras para inducir estro en cabras multirraciales en anestro estacional.

HIPÓTESIS

La aplicación de testosterona exógena a los machos cabríos en época de reposo sexual estimula su comportamiento sexual que a su vez induce la actividad estral en cabras en anestro estacional.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del estudio.

El estudio se llevó a cabo del 15 de marzo al 31 de marzo del 2012, en semidesierto del norte de México (Latitud 26° 23'N y Longitud 104° 47' O). Se utilizaron caprinos de genotipo indefinido (mezcla de diversas razas lecheras multirraciales), los cuales eran explotados en condiciones extensivas, además fueron expuestos a las variaciones naturales del fotoperiodo de la región antes y durante el estudio. El clima es semidesértico, la temperatura máxima promedio es de 37° C en mayo-junio y la mínima de 6° C en diciembre-enero. El fotoperiodo de la región es de (13:41 h/luz durante el solsticio de verano y 10:19 h/luz en el solsticio de invierno; Carrillo et al., 2010). En el momento del empadre el amanecer fue a las 0645 h y la puesta del sol fue a las 1845 h. Hembras y la temperatura, humedad e ITH registrada durante el estudio realizado y como se muestra en la (Fig. 1). Los machos cabríos locales (criollos) presentan un periodo de reposo sexual de enero a abril, mientras que en las hembras criollas el periodo de anestro sucede de marzo a agosto (Delgadillo, 2010).

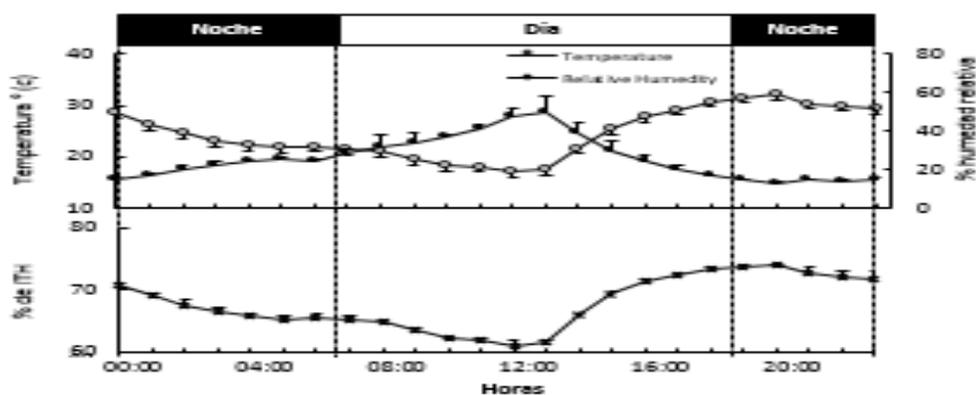


Fig. 1. Hembras y la temperatura, humedad e ITH registrada durante el estudio.

3.2 Animales experimentales

3.2.1 Machos

Se utilizaron 8 machos cabríos adultos locales de la región, El día 12 de marzo los machos fueron estabulados y alimentados con una dieta que cubría sus necesidades fisiológicas. La alimentación fue a base de heno de alfalfa (17 % PC, 1.95 Mcal de EM) a libre acceso y 200 g de concentrado comercial (14 % de proteína cruda, 1.7 Mcal de EM) por día y por animal durante todo el período experimental. Además estos machos fueron divididos en dos grupos homogéneos (n=4 c/u) en cuanto a condición corporal, peso corporal, circunferencia escrotal y olor. Los grupos estuvieron separados a una distancia de más de 100 m entre grupos.

3.2.2 Inducción de la actividad sexual de los machos.

El día 12 de marzo un grupo de machos (T; n=4) fueron tratados con testosterona (25 mg/día/animal), vía IM, (Laboratorios Brovel, Mex) para estimular su actividad sexual en contra estación (Luna-Orozco et al., 2012), la cual fue aplicada cada tercer día, durante 3 semanas. Otro grupo de machos (S; n=4) fueron tratados con una solución salina cada tercer día, por tres semanas.

3.2.3 Hembras

Se utilizaron 60 hembras adultas locales, las cuales fueron divididas en grupos homogéneos de 20 hembras y tratadas con 25 mg de progesterona vía intramuscular (Progestelas E, Qro., Mex.), como dosis única a las -24 h a la introducción de los machos, esto se realizó con la finalidad de que las hembras sean más receptivas y manifiesten el comportamiento estral a corto plazo (Véliz et al., 2009).

3.2.4 Formación de grupos experimentales (empadre).

El día 27 de marzo (día 0), un grupo de 20 hembras anovulatorias (1:10T) fue expuesto a 2 machos testigo, un segundo grupo de 10 hembras (1:5T) fue expuesto a otros 2 machos testigo, el tercer grupo de 20 hembras (1:10S) fue expuesto a 2 machos tratados, y el cuarto grupo 10 hembras (1:5S) fue expuesto a

otros 2 machos tratados. Los machos y las hembras estuvieron en contacto durante 15 días. Los grupos estuvieron más de 100 m entre ellos. Durante todo el periodo de estudio todos los animales se alojaron en corrales provistos de sombra, y divididos con maya y lonas que no permitían la visión entre grupos.

3.3 Variables evaluadas

3.3.1 Prueba de comportamiento.

El 27 de marzo, cada grupo de machos fue puesto en contacto con las hembras, el comportamiento sexual de los machos fue evaluado durante los dos primeros días por una hora (0800- 0900 h) en la mañana. El comportamiento sexual fue registrado por dos personas entrenadas. Las conductas sexuales registradas fueron flehmen (labio superior levantado y cabeza erguida), el número de olfateos (investigación nasal de región anal-genital) aproximaciones, vocalizaciones, intento de montas, montas completas (montas acompañadas por oscilaciones pélvicas y eyaculación) (Véliz et al., 2006; Carrillo et al., 2011).

3.3.2 Actividad sexual de los machos y hembras.

Se registró la actividad sexual (intentos de monta, montas completas y montas con eyaculados) en las hembras durante las 24 h durante el periodo de estudio, donde se tomaron los registros del número de intentos de monta, montas completas, montas con eyaculación, que cada macho realizaba por hora por

hembra. Para lo cual se utilizaron cámaras de circuito cerrado de televisión (DVR 4 canales H.264 CCTV).

3.3.3 Diagnóstico de gestación.

La determinación de hembras gestantes se determinó a los 45 días después de la introducción de los machos. Lo cual se realizó mediante un ultrasonido (HS-2000, Honda Electronics CO, LTD.) por vía transrectal 7.0 MHz.

3.3.4 Datos meteorológicos.

Los datos de temperatura y humedad fueron registrados de una estación meteorológica durante la duración del estudio. La información consistió en registrarla temperatura del día y humedad relativa. Esta información fue usada para calcular el índice de temperatura y humedad (ITH) por cada día usando la siguiente ecuación (Mellado et al., 2010) la temperatura del día en grados Celsius; el grado de humedad relativa:

$$ITH = \frac{\text{temperatura} - (8 \times \text{temperatura} + (\text{RH}/100))}{\text{Temperatura} - 14.4} + 46.4$$

Las temperaturas ambientales descritas en este estudio se utilizaron para ver el efecto que tiene la temperatura ambiente sobre el comportamiento sexual de cabras y machos cabríos.

3.4 Análisis estadísticos

Las proporciones de hembras gestantes de los grupos se compararon mediante una prueba de Fisher Exacta. Los datos de prueba de comportamiento sexual se compararon mediante una prueba de chi-cuadrada. La proporción de gestación y celo se comparó mediante una prueba de Chi-cuadrada. La latencia al estro se comparó mediante una prueba de t-student. Para comparar la actividad sexual de los machos cabríos durante el día y la noche se ajunto a 12 h cada uno. Todos los análisis estadísticos se efectuaron mediante el paquete estadístico SYSTAT 10 (Evenston, ILL, USA, 2000).

IV RESULTADOS

4.1 Respuesta de los grupos Experimentales vs. Testigos

4.2 Prueba de comportamiento machos tratados vs. no tratados con testosterona. Más del 80% del comportamiento sexual (olfateos ano-genitales y aproximaciones) fue mostrado por los machos tratados con testosterona en comparación con los machos no tratados al exponerlos a hembras anovulatorias durante dos horas diarias en los primeros dos días ($P < 0.05$; Fig. 2).

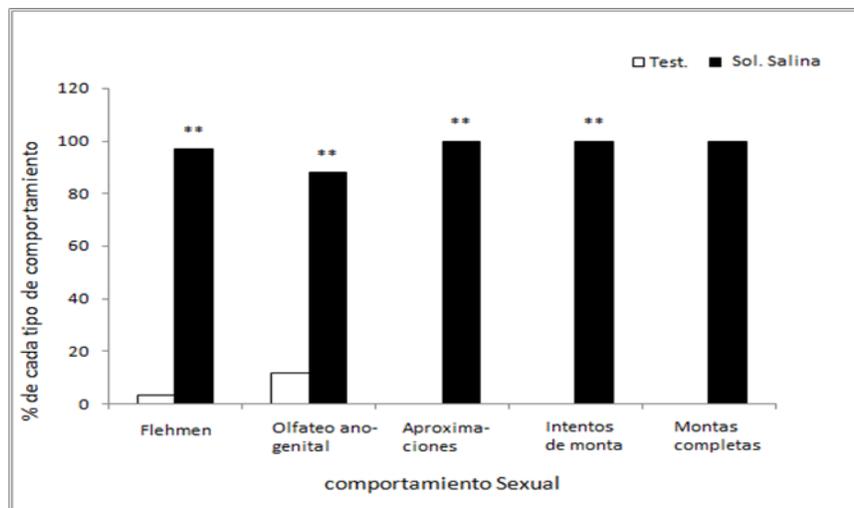


Fig. 2. Comportamiento sexual de los machos de los grupos E (barras grises) y T (barras blancas) del norte de México (26° N) durante una hora (0800- 0900 h) los dos primeros días de contacto con hembras anovulatorias.

4.3 La actividad sexual de las hembras.

El 88% de las hembras presentaron actividad estral y el 82% de las hembras expuestas a los machos de los grupos T (1:10 y 1:5) durante los primeros 5 días se diagnosticó gestante, mientras que ninguna hembra expuesta a los machos de los grupos S (1:10 y 1:5) presentó actividad estral durante el periodo de estudio ($P < 0.05$).

4.4 Respuesta con diferente proporción macho-hembra

4.4.1 Comportamiento sexual de los machos. El comportamiento reproductivo (intentos de montas, montas completas y montas con eyaculado) durante las 24 h del día fue similar entre los machos tratados expuestos a 5 y a 10 hembras (Tabla 1). Comportamientos sexuales de los machos cabríos durante el día y la noche expuestos a hembras durante el periodo de estudio (Tabla 2).

Tabla 1. Comportamiento sexual de los machos cabríos expuestos a diferentes proporciones de hembras durante el periodo de estudio.

	Intentos de montas (n)	Montas completas (n)	Montas con eyaculación (n)
E5	96 ^a	179 ^a	40 ^a
E10	107 ^a	249 ^b	62 ^a

Las letras con superíndices diferentes muestran las diferencias significativa ($P < 0.05$)

Tabla 2. Comportamiento sexual de los machos cabríos durante el día y la noche expuestos a hembras durante el periodo de estudio.

	Intentos de montas (n)	Montas completas (n)	Montas con eyaculación (n)
Día (0700-1800 h)	121 ^a	241 ^a	45 ^a
Noche (1900-0600 h)	82 ^b	187 ^b	57 ^a

Las letras con superíndices diferentes muestran las diferencias significativa ($P < 0.05$).

4.4.2 La actividad sexual de las hembras.

La respuesta sexual de las hembras expuestas a machos tratados con testosterona fue similar en los grupos 1:5T y 1:10T, donde más del 85% presentó actividad estral y más del 80% fue diagnosticado gestante a los 45 días después de presentar actividad estral (Fig. 3).

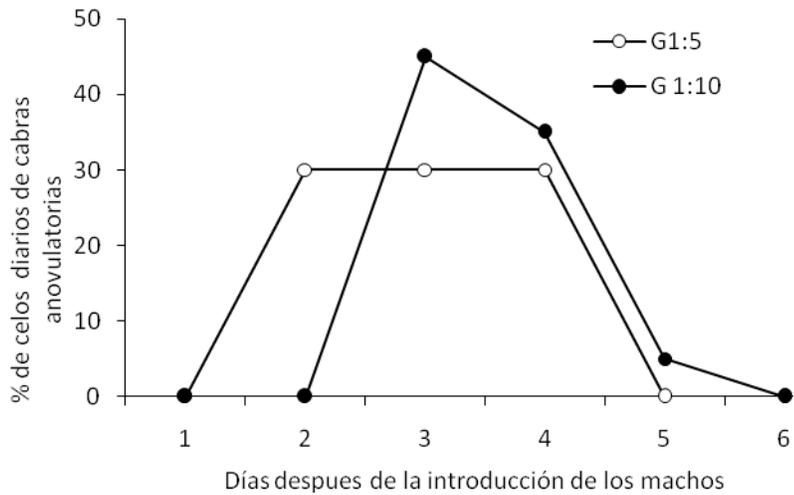


Fig. 3. Respuesta de la actividad estral diaria de las hembras anovulatorias en diferentes proporciones (1:5T, círculos blancos; 1:10T, círculos negros) expuestas a machos cabríos tratados con testosterona.

4.4.3 Comportamiento y variables medioambientales.

En la Fig.2 se muestran la temperatura registrada (°C) y la humedad relativa (%) así como el índice de temperatura y humedad.No se encontró ninguna correlación entre los comportamientos de los machos y las variables medioambientales registradas (Tabla 3).

Tabla 3. Correlación del comportamiento sexual de los machos cabríos durante los días de empadre a variables medioambientales del semidesierto del norte de México (Latitud 26° 23'N y Longitud 104° 47' O).

	Temperatura		Humedad Relativa		ITH	
	Correlación	<i>P</i>	Correlación	<i>P</i>	Correlación	<i>P</i>
Montas completas	0.116	0.588	0.068	0.752	0.152	0.961
Montas con eyaculación	-0.028	0.895	0.28	0.184	0.011	0.478
Intentos de monta	0.134	0.531	-0.017	0.936	0.170	.427

V DISCUSIÓN

El comportamiento sexual de los machos tratados con testosterona fue mayor que el mostrado por el grupo control, los cuales mostraron menos flehmen y olfateos anogenitales ($P < 0.01$). El intenso comportamiento de flehmen de los machos tratados con testosterona es debido a que el flehmen es una respuesta exhibida después de la detección del estro (Ungerfeld et al., 2006). Al comparar la prueba de comportamiento sexual, se demostró que el comportamiento de los machos tratados fue de más del 80% de comportamiento sexual (olfateos anogenitales y aproximaciones), en comparación con los machos no tratados al exponerlos a hembras anovulatorias durante dos horas diarias en los primeros dos días. La nula respuesta sexual de los machos de razas-mixtas (predominantemente razas lecheras) en primavera a estas latitudes (26°N) en hembras anovulatorias ha sido ampliamente documentado (Carrillo et al., 2011; Luna-Orozco et al., 2012).

El 88% de las hembras presentaron actividad estral y el 82% de las hembras expuestas a los machos de los grupos T (1:10 y 1:5) durante los primeros 5 días se diagnosticó gestante, mientras que ninguna hembra expuesta a los machos de los grupos S (1:10 y 1:5) presentó actividad estral durante el periodo de estudio ($P < 0.05$), estos resultados son similares a los reportados por Luna-Orozco et al., 2012 quienes dicen que los machos tratados con testosterona tienen la habilidad de inducir hasta el 93% de actividad estral en hembras anovulatorias,

mientras que los machos testigos no son capaces de inducir la actividad sexual de las hembras. Otro factor que puede afectar la respuesta estral de las hembras es el porcentaje de machos y hembras (Carrillo et al., 2007), el cual en este estudio no mostro una diferencia entre las diferentes proporciones ya que la respuesta sexual de las hembras expuestas a machos tratados con testosterona fue similar en los grupos 1:5T y 1:10T, donde más del 85% presentó actividad estral y más del 80% fue diagnosticado gestante a los 45 días después de presentar actividad estral. Por otra parte ninguna de las hembras expuestas al grupo control fueron detectadas en estro durante el periodo de estudio. Estos resultados están en línea con estudios previos en esta zona donde las cabras en anestro no mostraron respuesta con los machos control (Carrillo et al., 2011; Luna-Orozco et al., 2012).

VII CONCLUSIÓN

Este estudio reafirma que la administración de testosterona en machos de razas-mixtas (mixtas de razas lecheras) mejora el comportamiento sexual de los machos cabríos tratados con testosterona los cuales tienen un efecto directo sobre la actividad de las hembras anovulatorias induciéndolas al estro fuera de la época reproductiva, esto sincronizando su actividad estral sin mostrar diferencias entre proporciones de macho-hembra (1:5 y 1:10) y que a su vez no es influenciada por la temperatura, humedad e ITH.

VII LITERATURA CITADA

- Carrillo, E., Véliz, F.G., Flores, J.A., Delgadillo, J.A. 2007. A diminution in the male/female ratio does not reduce the ability of sexually active male goats to induce estrus activity in anovulatory female goats. *Tec. Pec. Méx.* 45, 319-328.
- Carrillo, E., Meza-Herrera, C.A., Véliz, F.G. 2010. Reproductive seasonality of young French-Alpine goat bucks adapted to subtropical conditions in Mexico. *Tec. Pec. Méx.* 2, 169-178.
- Carrillo, E., Tejada, L.M., Meza-Herrera, C.A., Arellano-Rodríguez, G., García, J.E., De Santiago-Miramontes, M.A., Mellado, M., Véliz, F.G., 2011. Response of sexually inactive French Alpine bucks to the stimulus of goats in oestrus. *Liv. Sci.* 141, 202-206.
- Claus, R., Over, R., Dehnhard, M., 1990. Effect of male odour on LH secretion and the induction of ovulation in seasonally anoestrous goats. *Anim. Reprod. Sci.* 22, 27-38.
- Chemineau, P. 1986. Sexual behavior and gonadal activity during the year in the tropical Creole meat goat. II. Male mating behavior, testis diameter, ejaculate characteristics and fertility. *Rep. Nutr. Dev.* 26 (2A):453-460.
- Chemineau, P., Daveau, A., Maurice, F., Delgadillo, J.A. 1992. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Rumin. Res.* 8:299-312.
- Chemineau, P., y Delgadillo, J.A. 1993. Neuroendocrinología de la reproducción en el caprino. *Rev. Científica, FCV-LUZ.* 3, 113-121.
- Chemineau, P., Baril, G., Leboeuf, B., Maurel, M. C., Roy, F., Pellicer-Rubio, M., Malpoux, B., y Congie, Y. 1999: Implications of recent advances in reproductive physiology for reproductive management of goats. *J. Reprod. Fert. S.* 54, 129- 142.
- Crocker, K.P., Butler, L.G., Johns, M.A., McColm, S.C. 1982. Induction of ovulation and activity in anestrus ewes with testosterone treated wethers and ewes. *Theriogenology.* 17, 349-354.
- Delgadillo J.A., Hochereau-de-Reviere M.T., Daveau A., Chemineau P. 1995. Effect of short photoperiodic cycles on male genital tract and testicular parameters in male goats (*capra hircus*). *Reprod. Nutr. Dev.* 35: 549-558.

- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Malpoux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos con fotoperiodo y efecto macho. *Vet. Méx.* 34, 69-79.
- Delgadillo JA, Vélez LI., 2010 Stimulation of reproductive activity in anovulatory Alpine goats exposed to bucks treated only with artificially long days. *Animal*, 4, 2012–2016.
- Evenston, ILL, USA, 2000.
- González, S .C. García, C., Castillo, J. 1974. Actividad sexual estacional y fertilidad en cabras de razas de puras de una zona tropical de Venezuela. *Ciencias Veterinarias Maracaibo*.4 (4):223-247.
- Luna-Orozco, J.R., Guillen-Muñoz, J.M., De Santiago-Miramontes, M.A., García, J.E., Rodríguez-Martínez, R., Meza-Herrera, C.A., Mellado,M., Véliz, F.G., 2012. Influence of sexually inactive bucks subjected to long photoperiod or testosterone on the induction of estrus in anovulatory goats. *Trop. Anim. Health Prod.* 44, 71–75
- Malpoux,B., Chemineau, P. y Pelletier.1993. Efectos de las variaciones del fotoperíodo sobre la reproducción. *Anim. Reprod.Sci.* 19: 235 – 243.
- Mellado, M., Cardenas,C., Ruiz, C.F., 2000. Mating behavior of bucks and does in goat operations under range conditions. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 67, 89–96.
- Mellado,M., Romero,P., García, J.E., Véliz, F.G., Arévalo, J.R. 2010 The effects of ambient temperature and humidity on pregnancy rate in Beefmaster cows in a subtropical environment of Mexico. *Liv. Sci.* 131, 149-154.
- Over, R., Cohen-Tannoudji, J., Dehnhard, M., Claus , R., Signoret, J. P., 1990. Effect of pheromones from male goats on LH-secretion in anoestrous ewes. *Physiol. Behav.* 48, 665-668.
- Roca, J., E. Martinez, J.M. Vazquez, S. Ruiz and P. Coy. 1991. Influence of season on testicle size and libido in male goats from the Mediterranean area. *Anim. Prod.* 52: 317-321.
- Rivas-Muñoz, R., Carrillo, E., Rodríguez-Martínez, R., Leyva, C., Mellado, M., y Véliz, F.G., 2010. Effect of body condition score of does and use of bucks subjected to added artificial light on estrus response of Alpine goats. *Trop. Animal Health Prod.* 42, 1285–1289.
- Shelton, M. 1978. Reproduction and breeding of goats.*J.DairySci.*61:994.

- Tortora, J.P. 2009. VI Congreso latinoamericano de la asociación de especialistas en pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos. XXIV Reunión Nacional Sobre Caprinocultura. Pp. 188.
- Trejo, G.A. 1989. Algunos aspectos reproductivos de los caprinos en las zonas áridas y semiáridas. V Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Zacatecas, Zac. Pp. 51-56.
- Ungerfeld, R., Ramos, M.A., Möller, R., 2006. Role of the vomeronasal organ on ram's courtship and mating behaviour, and on mate choice among oestrousewes. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 99, 248–252.
- Veliz, F.G., Moreno, S., Duarte, G., Vielma, J., Chemineau, P., Poindron, P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2002. Male effect in seasonally anovulatory lactating goats depends on the presence of sexually active bucks, but not estrous females. *Anim. Reprod. Sci.* 72, 197-207.
- Véliz, F.G., Poindron, P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. 2006. Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrous female goats. *Anim. Reprod. Sci.* 92, 300–309.
- Véliz, F.G., Meza-Herrera, C.A., De Santiago-Miramontes, M.A., Arellano-Rodriguez, G., Leyva, C., Rivas-Muñoz, R., Mellado, M., 2009. Effect of parity and progesterone priming on induction of reproductive function in Saanen goats by buck exposure. *Livestock Science*, 125, 261–265.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Norton, B.W., Scaramuzzi, R., Martin, G. 1994. Effect of nutrition on seasonal patterns of LH, FSH and testosterone concentration, testicular mass, sebaceous gland volume and odour in Australia cashmere goats. *Reproduction* 102(2):351-360.
- Walkden-Brown, S.W., Norton, B.W., Restall, B.J., 1994. Seasonal variation in voluntary feed intake in cashmere buck fed a libitum diets of low or high quality. *Australian J. Agric. Res.* 45:355-366.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., 1996. Environmental and social affecting factors reproduction. VI Int. conf. on Goats. China.