

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**LOS MACHOS TRATADOS CON TESTOSTERONA O DÍAS
LARGOS INDUCEN LA ACTIVIDAD SEXUAL DE CABRAS
DEL NORTE DE MÉXICO**

POR:

GIOVANNI HUERTA GONZALEZ

TESIS:

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE DEL 2010

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

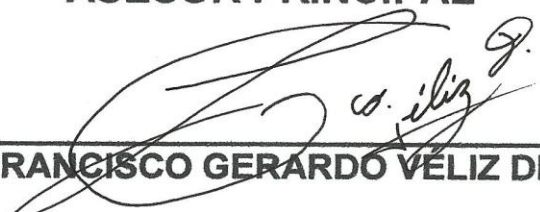


**LOS MACHOS TRATADOS CON TESTOSTERONA O DÍAS
LARGOS INDUCEN LA ACTIVIDAD SEXUAL DE CABRAS
DEL NORTE DE MÉXICO**

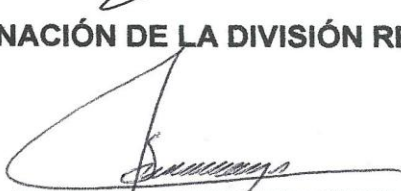
POR:

GIOVANNI HUERTA GONZALEZ

ASESOR PRINCIPAL


DR. FRANCISCO GERARDO VELIZ DERAS

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMON ALONSO



**Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE DEL 2010

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**LOS MACHOS TRATADOS CON TESTOSTERONA O DÍAS LARGOS INDUCEN LA ACTIVIDAD
SEXUAL DE CABRAS DEL NORTE DE MÉXICO**

TESIS POR:

GIOVANNI HUERTA GONZALEZ

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

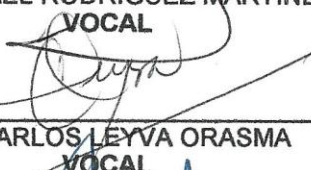
JURADO:



DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS
PRESIDENTE



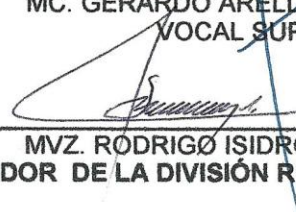
DR. RAFAEL RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
VOCAL



DR. CARLOS LEYVA ORASMA
VOCAL



MC. GERARDO ARELLANO RODRÍGUEZ
VOCAL SUPLENTE



MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal**

TORREON, COAHUILA, MEXICO.

NOVIEMBRE DEL 2010

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**



DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**LOS MACHOS TRATADOS CON TESTOSTERONA O DÍAS
LARGOS INDUCEN LA ACTIVIDAD SEXUAL DE CABRAS
DEL NORTE DE MÉXICO**

TESIS

POR:

GIOVANNI HUERTA GONZALEZ

**ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR
DE ASESORÍA**

ASESOR PRINCIPAL:

DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS

ASESORES:

DRA. MA. DE LOS ANGELES DE SANTIAGO MIRAMONTES

DR. RAFAEL RODRÍGUEZ MARTÍNEZ

DR. CARLOS LEYVA ORASMA

MC. GERARDO ARELLANO RODRÍGUEZ

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE DEL 2010

Dedicatorias

*Dedico este trabajo principalmente a mis padres **ARNULFO HUERTA CASTILLO Y SILVIA GONZÁLEZ BAUTISTA**, quienes con su apoyo, fortaleza y consejos me impulsan a luchar por mis propósitos. Por ellos que me dieron vida, y un hogar digno, que me inculcaron valores, que siempre me han dado la oportunidad de forjar una buena educación, a ellos a quien dedico cada pasó de mi vida y cada eslabón conquistado. **A USTEDES LES DEBO LO QUE SOY AHORA “GRACIAS PADRES”**.*

De igual modo a mis abuelos que de ellos obtuve los mejores consejos para seguir adelante y nunca darme por vencido. Lidia Castillo Tabón, Amancio Huerta Martínez, Modesto González Galicia, Silvestrina Bautista García.

A mi hermana Lidia Estrella Huerta González, que ha sido un pilar importante en mi formación profesional.

A mi hermano Hugo Huerta González, el más pequeño de nosotros quien apenas empieza su recorrido por la vida, esperando a que este ejemplo que le estamos dando lo siga y le den fuerza para continuar con sus estudios.

*A Marisol Bravo Méndez, quien ha sido una parte importante en mi vida y que siempre ha estado conmigo en los momentos buenos y malos gracias **“MARYTE AMO”***

Agradecimientos

A Dios que me ha puesto en este camino y que me ha dado la oportunidad de formarme profesionalmente y espiritualmente, gracias Dios por nunca abandonarme y dejarme en los momentos más difíciles de mi vida siempre estás ahí Señor cuando más te necesito Gracias.

Al Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras por brindarme su apoyo y confianza en este proyecto, por enriquecer mi vida con sus conocimientos.

A la Dra. María de los Ángeles de Santiago Miramontes por brindarme su amistad y su confianza.

Agradezco a mis tíos y primos, que creen en mí y de los cuales he tenido un importante apoyo moral e incondicional a lo largo de mi carrera.

A mi Alma Terra Mater por darme la oportunidad de ser parte de ella y formarme como Profesional y haber tenido tantas experiencias buenas e inolvidables durante cinco años de mi carrera.

A todos mis maestros por haberme transmitido parte de sus conocimientos que son una base firme para mi formación profesional.

A mi compañeros de grupo por haber convivido e interactuado conmigo. Gracias compañeros aprendí mucho de ustedes cosas básicas de compañerismo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatorias.....	V
Agradecimientos.....	VI
Índice de contenido.....	VII
Índice de figuras.....	VIII
Resumen.....	IX
I. Introducción.....	1
II. Revisión de literatura.....	3
2.1. Influencia del medio ambiente sobre la reproducción.....	3
2.1.1. Factores que afectan la estacionalidad reproductiva de los caprinos y ovinos del Norte de México.....	3
2.1.1.1. Alimentación.....	3
2.1.1.2. Hembras.....	4
2.1.1.3. Machos.....	5
2.2.1. Fotoperiodo.....	6
2.4.1. Bioestimulación en la reproducción animal.....	7
2.4.1.1. Bioestimulación en ovinos y caprinos.....	8
2.5.1. Estimulo del macho a la hembra: efecto macho.....	10
2.6.1. Actividad sexual del macho.....	11
OBJETIVO.....	13
HIPÓTESIS.....	13

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1. Lugar de estudio.....	14
3.2. Animales experimentales y manejo.....	14
3.3 Tratamiento sexual y manejo de los machos.....	15
3.4. Inducción de la actividad sexual y manejo de las cabras con el efecto macho	16
3.5. Detección de la actividad estral.....	16
3.6. Determinación de la actividad sexual de los machos.....	17
3.7. Análisis de datos.....	17
IV. RESULTADOS	18
4.1. Comportamiento sexual de los machos.....	18
4.1.1. Respuesta estral de las hembras.....	20
V. DISCUSIÓN.....	23
VI. CONCLUSIÓN.....	25
VII. REFERENCIAS.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento sexual de los machos cabríos inducidos a la actividad sexual con días largos (n=2) o con testosterona (n=2) del Norte de México.

Figura 2: Porcentaje de hembras que presentaron actividad estral después de la introducción de machos sexualmente activos, el grupo de hembras que se introdujeron con machos tratados con días largos (cuadrados negros) y en grupo de las hembras que se introdujo con los machos tratados con testosterona (cuadros blancos). El día 0 es el día de la introducción de los machos.

Tabla 1. Actividad sexual de las cabras expuestas a machos tratados con días largos artificiales o con testosterona en el Norte de México.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar si los machos cabríos inducidos a la actividad sexual mediante el tratamiento con testosterona o con días largos estimulan la actividad sexual en cabras anovulatorias locales del Norte de México. Para ello, el día 16 de marzo un grupo de hembras se puso en contacto con dos machos tratados previamente con testosterona (50 mg/animal cada tercer día durante 3 semanas; T_4). Otro grupo de hembras se puso en contacto con dos machos que fueron expuestos durante 2.5 meses de días largos (16 h luz/día; DL). Más del 90% del total de las hembras fueron inducidas al estro con machos tratados con testosterona o con días largos (28/30 y 31/31, respectivamente, $P>0.05$). Asimismo el porcentaje de hembras gestantes fue similar entre ambos grupos (23/30 y 26/31; T_4 , DL, respectivamente, $P>0.05$). Estos resultados demuestran que los machos cabríos inducidos a la actividad sexual mediante el tratamiento con testosterona o con días largos estimulan de manera similar la actividad sexual de las cabras anovulatorias del Norte de México.

Palabras clave: Hembras anovulatorias, Fotoperiodo, Testosterona, Tasa de preñez, Bioestimulación.

I. INTRODUCCIÓN

En el territorio nacional se explotan aproximadamente 8.95 millones de caprinos (SAGARPA, 2008), teniendo el primer lugar a nivel de Latinoamérica (SAGARPA, 2005). Una de las zonas del país más importantes en la producción caprina es la Comarca Lagunera, con aproximadamente 462 mil cabezas (SAGARPA, 2007), la cual está situada en la parte sureste del estado de Coahuila y al noreste del estado de Durango (24°05' y 26°54' de Latitud Norte y 103° Longitud Oeste) a una altitud que varía de 1100 a 1400 msnm, donde la precipitación pluvial es de 250 a 300 mm anuales. En la Comarca Lagunera la finalidad de los sistemas de explotaciones (extensivo e intensivo) es producir leche, ocupando el primer lugar y el sexto lugar en la producción de carne (cabrito). Las razas puras más importantes en producción de leche de cabra en la Comarca Lagunera son la Saanen, la Alpino, la Toggenburg (Cantú, 2004). Una de las limitantes productivas en estas cabras es la estacionalidad reproductiva (Carrillo y Véliz, 2007; Véliz y Carrillo, 2007). Esta estacionalidad reproductiva provoca que tanto la producción de leche como la de carne se concentren en cierta época del año. Esto provoca problemas de comercialización, ya que el exceso de producción estacional provoca que los ingresos por la venta de leche se vean reducidos a una época del año, en la cual hay una sobre oferta lo que provoca que algunas veces no les compren la leche, igualmente la infraestructura es desaprovechada, ya en la época de poca o nula producción láctea no es utilizada (sala de ordeña, tanques fríos, etc.) (Hoyos *et al.*, 1991; Hoyos y Sáenz, 1993). Por esta razón es necesario investigar métodos de controles reproductivos

económicos y fáciles de aplicar, con el fin de que los caprinocultores puedan emplear dichas herramientas para programar los partos, y por ende, la producción de leche. En algunas regiones como el Norte de México, los caprinos presentan una estacionalidad en su actividad reproductiva, en donde el fotoperiodo es el principal factor modulador que regula esta actividad (Delgadillo *et al.*, 2003). En la época de anestro las hembras pueden ser inducidas a la actividad sexual por medio de la bioestimulación del efecto macho, que consiste en la introducción del macho a un grupo de hembras anovulatorias (Véliz *et al.*, 2006b). Sin embargo, para que las hembras sean estimuladas a la actividad sexual durante la mitad del anestro estacional, es necesario que los machos estén sexualmente activos. En efecto, los machos cabríos inducidos a una intensa actividad sexual mediante tratamientos de días largos continuos, inducen la actividad sexual de más del 90% de las cabras Alpinas del Norte de México, mientras que los machos control no estimulan a ninguna hembra (Rivas-Muñoz *et al.*, 2010). Por otra parte se ha demostrado que los carneros castrados y tratados con testosterona desarrollan un comportamiento sexual capaz de inducir la ovulación en un 67% de ovejas, mientras que los machos no tratados estimulan la ovulación únicamente en el 4% (Crocker *et al.*, 1982). Esto sugiere que el tratamiento con testosterona podría ser utilizado para inducir la actividad sexual de los machos cabríos durante el periodo de reposo sexual, con el propósito de estimular la actividad sexual de las cabras anovulatorias. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar si los machos tratados con testosterona inducen a la actividad sexual de las cabras del Norte de México durante la estación de anestro de igual manera que los machos tratados con días largos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Influencia del medio ambiente sobre la reproducción

En los mamíferos, la actividad sexual es modulada por el medioambiente, el cual interactúa con el genotipo de los individuos, determinando los momentos más propicios del año para que la reproducción se lleve a cabo (Bronson y Heideman, 1994). Entre los factores más importantes están la nutrición y el fotoperiodo. Sin embargo, las relaciones socio - sexuales (macho – hembra; hembra – hembra; macho – macho) tienen también una gran importancia en el control del ciclo anual de reproducción (Rekwot *et al.*, 2001).

2.1.1. Factores que afectan la estacionalidad reproductiva de los caprinos y ovinos del Norte de México

2.1.1.1. Alimentación

Debido a las variaciones drásticas de la disponibilidad de alimento que ocurren en las zonas subtropicales y a que muchos caprinos y ovinos son explotados de manera extensiva, se ha reportado que la alimentación es el factor más importante que controla el ciclo anual de reproducción en estas especies (Walkden-Brown *et al.*, 1994a; Martin *et al.*, 2002).

2.1.1.2. Hembras

En las ovejas y en las cabras, la nutrición puede influir en la actividad reproductiva (Tanaka *et al.*, 2002; Atti *et al.*, 2001). El mayor efecto de la nutrición es sobre la tasa de ovulación, la fertilidad y la duración de la estación reproductiva (Nottle *et al.*, 1997b; Delgadillo *et al.*, 2003). En las ovejas Rambouillet del sur de Nuevo México, la estacionalidad es más marcada en las hembras que fueron sometidas a la alimentación natural de esta región, que en las hembras mantenidas con una alimentación adecuada durante todo el año (Hulet *et al.*, 1986). Por ejemplo, el porcentaje de hembras que ovulan al inicio de la estación reproductiva es menor en las ovejas mal alimentadas (8%, 0% y 4%; mayo, junio y julio, respectivamente), que en las ovejas bien alimentadas (42%, 17% y 75%, respectivamente). También el final de la estación reproductiva (febrero) de estas hembras fue afectada (48% vs. 100% de ovulaciones en las mal alimentadas y bien alimentadas, respectivamente; (Hulet *et al.*, 1986). Asimismo, en cabras Criollas del norte de México (26° N) ovariectomizadas e implantadas subcutáneamente de estradiol, los niveles de LH descienden un mes antes (febrero) en las hembras mantenidas en condiciones extensivas que en aquellas que son mantenidas en estabulación (marzo). Esta diferencia ocurre a principios del año durante la época de sequía, por lo que muy probablemente esta diferencia se debe a una drástica disminución en la disponibilidad de alimentos en los animales explotados en pastoreo extensivo (Delgadillo *et al.*, 2003).

2.1.1.3. Machos

Al ser sometidos a una dieta de alta calidad, los machos Cashmere australianos muestran periodos reproductivos más largos y un incremento más marcado en las concentraciones de LH y testosterona, así como en la intensidad del olor, que los machos sometidos a una dieta de baja calidad (Walkden-Brown *et al.*, 1994a). Efectivamente, en los machos alimentados con una dieta de alta calidad los niveles de testosterona son elevados durante la primavera y otoño, mientras que en los subalimentados las altas concentraciones se muestran únicamente durante el otoño. La intensidad del olor se incrementa en los machos bien alimentados en el mes de octubre, alcanzando una intensidad máxima (> 2.5 puntos; en una escala de 0 a 3) en el mes de febrero, mientras que en los animales con una dieta de baja calidad se incrementa hasta el mes de febrero, alcanzado su nivel más alto en el mes de marzo (< 2 puntos); Walkden-Brown *et al.*, 1994a). En los carneros Merino (32° S) sometidos a una alimentación constante durante todo el año, las variaciones estacionales de la circunferencia escrotal y de la pulsatilidad de la LH, indicativos de la modulación de la actividad sexual, tienden a desaparecer (Martin *et al.*, 2002). En los machos Criollos del Norte de México (26° N), el número total de espermatozoides por eyaculado obtenido durante la estación sexual fue superior en los machos estabulados que en los machos en condiciones extensivas. Además, la intensidad del olor, que está relacionada con la secreción de testosterona, empezó a disminuir en los machos explotados en condiciones extensivas desde el mes de octubre, mientras que en el

grupo de machos estabulados, esta reducción se registró a partir del mes de diciembre (Sánchez, 2003).

2.2.1. Fotoperiodo

En algunos estudios de caprinos de las zonas subtropicales, se ha reportado que el fotoperiodo es un factor medioambiental muy importante que controla la estacionalidad reproductiva (Delgadillo *et al.*, 2003; Rivera *et al.*, 2003).

Las cabras Criollas de Zacatecas, México, localizadas a una latitud de 22°58' N y sometidas a un régimen fotoperiódico anual que se redujo a seis meses, presentan su actividad ovárica durante los días con menor fotoperiodo (Rincón *et al.*, 2003). Asimismo, en las cabras Criollas del norte de México (26° N), se ha comprobado que cuando son sometidas a un tratamiento fotoperiódico de tres meses de días largos, alternados con tres meses de días cortos, su actividad reproductiva es modificada. La actividad ovárica inicia en promedio a los 64 días después de pasar de días largos a días cortos, y termina a los 38 días después de pasar de días cortos a días largos (Duarte, 2000). En los machos caprinos Criollos del norte de México (26° N) mantenidos en estabulación y con una alimentación adecuada, se ha comprobado que cuando son sometidos a un tratamiento fotoperiódico de tres meses de días largos alternados con tres meses de días cortos, su actividad reproductiva se modifica. Bajo este esquema, los niveles plasmáticos de testosterona, indicativa de la actividad sexual se incrementa

durante los días cortos, mientras que disminuyen durante los días largos (Delgadillo *et al.*, 2003).

En machos caprinos del sur de los Estados Unidos de América (32°33' N) sometidos a días largos (16 h luz y 8 h oscuridad por día) en diciembre por 30 días, el nivel de testosterona se redujo en comparación a los machos sometidos a días cortos (10 h de luz y 14 h oscuridad por día); (Gazal *et al.* 2002).

2.3.1. Bioestimulación en la reproducción animal

Bioestimulación es el término para describir el efecto estimulador que tiene un macho en celo para provocar la ovulación de la hembra a través de la estimulación genital, (Chenoweth, 1983). Reportado por Heape (1901) fue el primero en sugerir que en varias especies de mamíferos la presencia del macho podría acelerar la aparición de la pubertad (Izard, 1983). La bioestimulación juega un papel importante en la reproducción como acelerar la madurez sexual, la inducción de la ovulación, la reducción del anestro posparto, así como el coito o el apareamiento de muchas especies de mamíferos, incluidos insectos, roedores, animales silvestres, la población de jabalíes, cerdos, ovejas, cabras y bovinos (Burns y Spitzer, 1992).

2.4.1.1. Bioestimulación en ovinos y caprinos

Las feromonas son las primeras que se encuentran para acelerar el inicio de la pubertad y estro en el ganado ovino (Underwood *et al.*, 1944) y cabras (Shelton, 1960). Se ha comprobado que la introducción de carneros entre ovejas Merino en el final de la primavera puede tener una influencia en la estimulación de la aparición del estro (Underwood *et al.*, 1994; Schinckel 1954^{a,b}; Lishman 1969). El efecto macho (principalmente feromonas) ha sido informado que puede acelerar el inicio de la actividad del estro y promover diversos grados de sincronización de celo (Schinckel, 1954a, b). La introducción de los machos antes de la temporada de reproducción normal, acelera el inicio de los ciclos de estro en anestro estacional en ovejas (Knight *et al.*, 1978; Pearce y Oldham, 1984) y cabras (Shelton, 1960). Uno de los métodos utilizados para alcanzar estos objetivos es reunir y aislar previamente ovejas con machos en anestro antes del inicio de la temporada de reproducción normal (Cushwa *et al.*, 1992). Un período de aislamiento de al menos varias semanas es un requerimiento comúnmente aceptado para las ovejas para así responder a estímulo (Chemineau, 1987).

La introducción de carneros con las ovejas a principios de la temporada de cría estimula una proporción variable de las ovejas a ovular, dentro de los primeros 6 días después la introducción de los machos (Ramfort y Watson, 1957; Edgar y Bilkey 1963; Knight *et al.*, 1978). La ovulación en las ovejas después de la introducción del macho es precedida por el pico de LH (Knight *et al.*, 1978). La estimulación a través del olfato, sugieren la participación de los órganos

vomeronasales (OVN) que tiene conexiones nerviosas con el hipotálamo y se piensa que es un mediador de los efectos de las primeras feromonas que influyen en la función ovárica (Johns, 1980; Izard, 1983). El contacto físico o visual no es necesario para que el carnero pueda inducir al estro a las ovejas (Ranford y Watson, 1957) lo que sugiere que las señales químicas pueden estar involucradas. Knight y Lynch (1980) pusieron a prueba la capacidad de la orina de carnero o una combinación de cera, recogidas de alrededor de los ojos y de los flancos de los carneros, y lana esquilada para inducir la ovulación en las ovejas a principios de la temporada de reproducción, e informó de que la orina, cera y lana eran tan eficaces como el contacto con los carneros (Izard, 1983).

También la introducción de un macho cabrío a un grupo de cabras justo antes del comienzo de la temporada de cría se puede dar el inicio de sincronización de celo de 5-10 días después del inicio de la exposición a los machos cabríos (Shelton, 1960). Los machos cabríos tienen un olor característico fuerte (principalmente feromonas) un macho cabrío que contiene el olor de otro macho puede ser utilizado para inducir el estro en cabras (Shelton, 1960). Estas observaciones sugieren que los estímulos olfativos producidos por el borrego y el macho cabrío son los responsables de la inducción y sincronización del celo en las hembras (Izard, 1983). Una impregnación de feromonas en la orina de los machos puede aumentar el número de ovulaciones dentro de un periodo determinado y esta observación apoya la hipótesis sobre la función del olor de la orina. La mayoría de los machos cabríos, impregnados con su orina en su pelaje durante la temporada de reproducción, y un comportamiento llamado olor de la orina; la

función de los cuales se pueden acelerar y sincronizar la aparición del celo en las hembras (Izard, 1983). La influencia del carnero y el macho cabrío solo en la inducción y sincronización del estro o el efecto del carnero en conjunción con los tratamientos hormonales se pueden utilizar para mejorar la eficiencia reproductiva en los hatos (Izard, 1983). La bioestimulación es barata y conveniente para los sistemas de manejo extensivo y es un excelente ejemplo del potencial subyacente "sistemas de control de las tecnologías", dirigido a controlar el comportamiento reproductivo (Signoret, 1990; Martin 1995).

2.5.1. Estímulo del macho a la hembra: efecto macho

La introducción del macho cabrío y carnero en un grupo de hembras prepuberes (Amoah *et al.*, 1984) en anestro lactacional o estacional, induce y sincroniza la actividad sexual de estas, en los días subsiguientes (cabra: Véliz *et al.*, 2006a, b; Ovejas: Martin *et al.*, 1990). En un estudio realizado en las cabras Criollas del norte de México, por (Flores *et al.* 2000) se obtuvieron resultados muy similares a los de (Chemineau 1987). Un primer pico de actividad sexual fue registrado en los primeros 6 días después de la introducción de los machos. El 59% de las hembras ovularon y presentaron estro y el 14% ovuló sin manifestar actividad estral. De éstas, un 50% ovularon y presentaron comportamiento de estro nuevamente entre el día 7 y 11 (segundo pico de actividad sexual), y el intervalo entre un estro y otro estro fue de 5.0 ± 0.2 días. El numero de hembras que responden al estimulo dependerá de la intensidad de la estimulación, la raza,

los días posparto, la profundidad del anestro y el porcentaje de machos por hembras (ovejas: Martin *et al.*, 1986; Signoret, 1990; cabras: Chemineau, 1987).

2.6.1. Actividad sexual del macho

La actividad sexual de los machos, utilizados para el efecto macho, es muy importante para obtener una respuesta sexual de las hembras. Por ejemplo, el porcentaje de hembras en anestro lactacional que responden al efecto macho puede variar con el nivel de comportamiento sexual que muestran los machos (Signoret *et al.*, 1982/1983). Perkins y Fitzgerald (1994) encontraron que el 97% de las ovejas ovularon después de la introducción de machos que mostraron un intenso comportamiento sexual, mientras que sólo 78% de las hembras ovularon en respuesta al estímulo de machos con un comportamiento sexual bajo. También (Rosa *et al.* 2000), mencionan que los carneros inducidos a una intensa actividad sexual a través de un tratamiento con melatonina exógena antes de efectuar el efecto macho, estimularon más ovejas (43% actividad ovárica) que cuando se utilizaron machos testigo (24%). Resultados similares se han obtenido en las cabras Criollas del norte de México. En efecto, en esta hembras en anestro estacional, más del 80% reiniciaron su actividad sexual al ser expuestas a machos inducidos a una intensa actividad sexual durante el periodo de reposo, a través de un tratamiento de días largos seguido o no de melatonina, mientras que menos del 10% de las hembras expuestas a machos en reposo sexual, manifestaron actividad sexual (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002). Estos datos sugieren fuertemente que el nivel de actividad sexual de los machos tiene gran importancia

para estimular sexualmente a las hembras, y éstas, están receptivas al macho, aún si están en anestro profundo, siempre y cuando los machos desplieguen una intensa actividad sexual.

OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue determinar si el tratamiento con testosterona podría ser utilizado para inducir la actividad sexual de los machos cabríos durante el periodo de reposo sexual, con el propósito de estimular la actividad sexual de las cabras anovulatorias en la Comarca Lagunera.

HIPÓTESIS

Los machos cabríos tratados con testosterona comparados con los machos tratados con días largos (DL) no inducen a la actividad sexual de las cabras anovulatorias.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio

El presente estudio se realizó en el Ejido Santa Fe municipio de Torreón, Coahuila, México (Latitud 26°23' N; Longitud 104°47' W; 1100 a 1400 msnm). La Comarca Lagunera presenta un clima semidesértico, con una precipitación pluvial anual de 230 mm, y una temperatura máxima y mínima de 37° C y de 6° C respectivamente (Duarte, 2000). Durante los meses de marzo y abril del 2010. Se utilizaron caprinos locales adultos, en las hembras el periodo de anestro estacional se presenta de marzo a agosto, mientras que en los machos el periodo de reposo sexual es de enero a abril (Delgadillo *et al.*, 2003).

3.2. Animales experimentales y manejo

Se utilizaron 61 hembras criollas multíparas adultas de 3 a 4 años de edad con un peso corporal de 49.8 ± 1.3 Kg con una condición corporal de 2.1 ± 0.1 (escala 1-4) y una producción láctea de 2.3 ± 0.1 lts/día. Además se utilizaron 4 machos cabríos adultos (2 – 3 años de edad) de la raza Alpino criados y adaptados a la Comarca Lagunera. Los machos y hembras fueron alojados por separados en corrales. Estos animales pastaban en agostadero de 10:00 a 12:00 y de 16:00 a 19:00 h. En ambos grupos, los machos permanecieron con las hembras durante los 14 días posteriores. Los grupos fueron separados más de 200 m para evitar interacción entre ellos.

3.3. Tratamiento sexual y manejo de los machos

A un grupo de machos cabríos (T_4 ; $n=2$) se les inyectó testosterona vía intramuscular 1 ml (50 mg) cada tercer día durante 3 semanas previas al empadre. El otro grupo (DL; $n=2$) fueron alojados en instalaciones abiertas y sometidos a un tratamiento fotoperiódico de días largos continuos (16 h de luz/día y 8 h oscuridad) del 1 de noviembre al día del efecto macho (15 de enero). Estos fueron puestos en un corral que media 3 X 3 m., el cual fue equipado con lámparas fluorescentes que proporcionaron una intensidad luminosa en promedio de 250 y 350 lux al nivel de los ojos de los machos. El mecanismo de encendido y apagado de las lámparas se realizó mediante un reloj automático y programable (Interamic, Timerold, USA). El encendido de las lámparas fue fijo y ocurrió diariamente a las 06:00 h y posteriormente se apagaban a las 10:00 h cuando había suficiente luz natural. Por la tarde, el encendido de las lámparas se realizó a las 18:00 h, para apagarse a las 22:00 h. (Rivas-Muñoz *et al.*, 2010) El 16 de enero se suspendió el tratamiento fotoperiódico y los machos fueron expuestos únicamente a las variaciones naturales del fotoperiodo hasta el fin del estudio. El agua y los minerales se proporcionaron a libre acceso.

3.4. Inducción de la actividad sexual y manejo de las cabras con el efecto macho.

El día 16 de marzo a las 08:00 h un grupo de hembras (T₄; n=30) fueron puestas en contacto con dos machos tratados con testosterona. El otro grupo de hembras (DL; n=31) se puso en contacto con dos machos tratados con 2.5 meses de días largos. Todas las hembras percibieron las variaciones naturales del fotoperiodo y de la temperatura de la región, el agua, los minerales fueron proporcionados a libre acceso. Antes de iniciar el estudio, las cabras fueron vitaminadas, desparasitadas y despezuñadas.

Los machos fueron intercalados con su respectivo grupo de hembras para que detectaran celos esto paso en los dos pares de machos. En los dos grupos, los machos permanecieron con las hembras durante 14 días.

3.6. Determinación de la actividad estral

Esta actividad se registró dos veces por día (08:00 h y 17:00 h) desde el primer día de contacto con los machos hasta el final del estudio que duro 14 días. Las hembras que permanecían inmóviles a la monta del macho se consideraron en estro (Chemineau *et al.*, 1992). Las hembras en estro fueron retiradas del corral durante el periodo de observación, con la finalidad de que el macho continuara detectando otras hembras en celo, al final de la observación, las hembras fueron reincorporadas a su respectivo corral. La gestación se diagnosticó a los 50 días

después de la introducción de los machos utilizando un ultrasonido transrectal lineal 7.5 MHz, modelo HCS-4710MV, Honda Electronic.

3.7. Detección de la actividad sexual de los machos

Este comportamiento se determinó durante los primeros 5 días después de la introducción de los machos en los grupos de hembras. Las observaciones se realizaron por la mañana (de 08:00 h a 09:00 h) antes del suministro del alimento. Las conductas sexuales que se registraron fueron las siguientes: automarcajes con orina, flehmen, olfateos anogenitales, aproximaciones, intentos de monta y montas completas (Véliz *et al.*, 2006a, b).

3.8. Análisis de datos

Para comparar el comportamiento sexual de los machos sometidos a ambos tratamientos, los porcentajes de hembras en estro, ciclos cortos y gestación, se utilizó la prueba de Chi². La latencia al primer estro (intervalo entre la introducción de los machos y el primer estro) se comparó por medio de la prueba “t” Student. Los análisis de los datos se efectuaron mediante el paquete estadístico MYSTAT

IV. RESULTADOS

4.1. Comportamiento sexual de los machos.

Más del 75% de las conductas y manifestaciones sexuales totales registradas (flehmen, olfateo anogenital, automarcajes con orina, aproximaciones, intento de monta y monta completa) fueron realizadas por los machos tratados con días largos ($P < 0.001$; Fig. 1), a excepción del automarraje con orina donde los resultados indican que no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$).

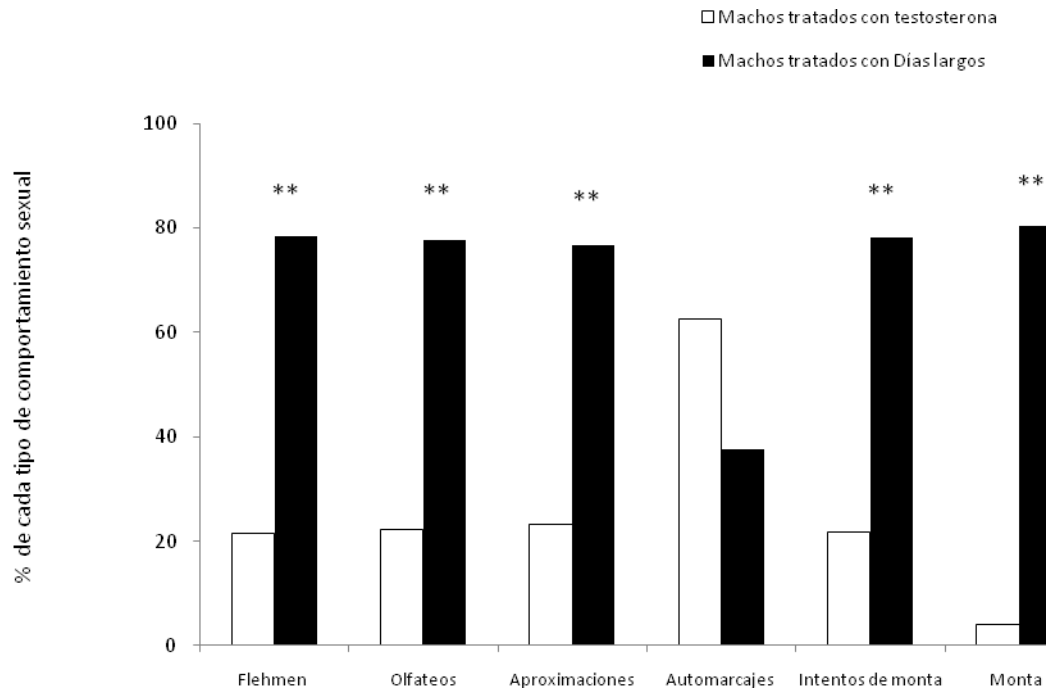


Figura 1. Comportamiento sexual de los machos cabríos inducidos a la actividad sexual con días largos (n=2) o con testosterona (n=2) del Norte de México.

4.1.1. Respuesta estral de las hembras.

El mayor porcentaje de las hembras respondieron a las conductas sexuales de los machos tratados con testosterona o con días largos y presentaron estro durante los primeros diez días del estudio en ambos grupos (31/31 y 28/30, respectivamente, $P>0.05$).

Más del 75% de las hembras en contacto con machos tratados con testosterona o con días largos quedaron gestantes ($P>0.05$, Tabla 1). El porcentaje de hembras que presentaron ciclo corto fue similar en ambos grupos ($P>0.05$; Tabla 1). La latencia al primer estro fue mayor en el grupo de hembras expuestas a machos tratados con testosterona, comparada con las hembras expuestas a machos tratados con luz artificial ($P<0.05$; Tabla 1).

Tabla 1. Actividad sexual de las cabras expuestas a machos tratados con días largos artificiales o con testosterona en el Norte de México.

	Testosterona	Días Largos
Estro (% /n)	93 (28/30) _a	100 (31/31) _a
Gestantes (% /n)	77 (23/30) _a	84 (26/31) _a
Ciclo corto (% /n)	29 (8/30) _a	49 (15/31) _a
Latencia (h)	58.2±8.7 _a	37.9±4.8 _b

Diferentes subíndices indican diferencia significativa entre los tratamientos (P<0.05)

** Indican diferencia altamente significativa entre los tratamientos (P<0.001)

Registro de celos

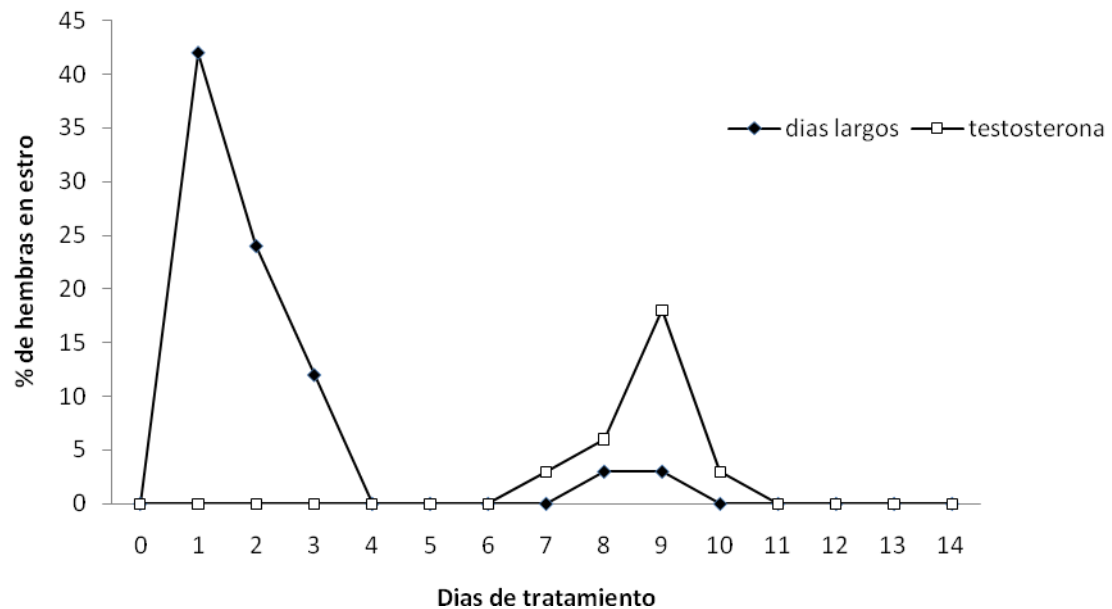


Figura 2: Porcentaje de hembras que presentaron actividad estral después de la introducción de machos sexualmente activos, el grupo de hembras que se introdujeron con machos tratados con días largos (cuadrados negros) y en grupo de las hembras que se introdujo con los machos tratados con testosterona (cuadros blancos). El día 0 es el día de la introducción de los machos.

V. DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio demuestran que los machos tratados con testosterona inducen una alta respuesta sexual en cabras anovulatorias, similar a la inducida por los machos tratados con días largos artificiales. En efecto, en ambos grupos los machos indujeron a un alto porcentaje de las hembras a la actividad estral y más del 75% quedaron gestantes. Esta alta respuesta sexual posiblemente se debió a que los machos mostraron un alto comportamiento sexual. Aun cuando los machos tratados con testosterona mostraron un comportamiento sexual menor que los machos tratados con días largos, fue superior a lo reportado en otros estudios con cabras de esta región, en la misma época, donde los machos no tratados no mostraron prácticamente ninguna conducta sexual al exponerlos a las hembras, además de no inducir a ninguna hembras a la actividad sexual (Véliz *et al.*, 2006; Rivas-Muñoz *et al.*, 2010). Ha sido demostrado que cuando los machos muestran una mediana actividad sexual, ésta es suficiente para inducir la actividad estral de las hembras anovulatorias, ya que con solo el 20% del comportamiento sexual de los machos no tratados son capaces de inducir el 100% de las hembras al estro durante los diez primeros días después de la introducción de los machos, comparados con los tratados con días largos que presentaron un 80% del comportamiento sexual. En ambos grupos quedaron gestantes alrededor del 80% del total de las hembras (Véliz *et al.*, 2004). Desde el punto de vista práctico, estos resultados son interesantes ya que demuestran que los machos tratados con testosterona pueden inducir una alta

actividad estral de las cabras locales del Norte de México durante el anestro estacional. El tratamiento tiene un costo muy bajo además de ser fácil y rápido de aplicar en los hatos de la región, en contraste con el tratamiento con luz artificial.

VI. CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio demuestran que los machos inducidos a una actividad sexual con testosterona o con días largos estimulan una alta respuesta sexual en las cabras anovulatorias locales del Norte de México.

Por su bajo costo de aproximadamente \$ 150 por animal, recomiendo utilizar a los machos tratados con testosterona ya que es mucho más fácil y practico. Que los machos tratados con días largos, es más costoso \$ 2000 por animal y al productor se le hace difícil hacer este tipo de tratamientos porque requiere de instalaciones adecuadas.

VII. REFERENCIAS

- Atti N, Thériez M, Abdennebi L. 2001. Relationship between ewe body condition at mating and reproductive performance in the fat-tailed Barbarine breed. *Anim Res*; 50:135-144.
- Bronson FH, Heideman PD. 1994. Seasonal regulation of reproduction in mammals. In: Knobil E, Neill JD, editors. *The Physiology of Reproduction*. 2nd edition. Raven Press:New York.,541-583.
- Burns PD, Spitzer JC. 1992. Influence of biostimulation on reproduction in postpartum beef cows *J. Animal Sci*; 70,358-362.
- Cameron AW, Batt PA. 1989. The effect of continuous or sudden introduction of bucks on the onset of the breeding season in female goats. *Proceedings of the twenty first annual conference. Monash University Australia. September*; 25-27.
- Cantú JE. 2004. *Zootecnia de ganado caprino*. México, 2 Edición. Departamento de Producción Animal. UAAAN-UL, Torreón, Coah., México; 200pp.
- Carrillo E, Véliz FG, Flores JA, Delgadillo JA. 2007. El decremento en la proporción macho-hembras no disminuye la capacidad para inducir la actividad estral de cabras anovulatorias. *Tec Pec Méx.* (45):319-328.
- Chemineau P. 1987. Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrous cycles in anovulatory goats. A review. *Livest Prod Sci*; 17:135-147.
- Chemineau P, Daveau A, Maurice F, Delgadillo JA. 1992. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Rum Res*; 8:299-312.

- Chenoweth PJ. 1983. Reproductive management procedures in control of breeding. *Aust. J. Animal Prod*; 15, 28-33.
- Croker KP, Butler LG, Johns MA, McColm SC. 1982. Induction of ovulation and cyclic activity in anestrus ewes with testosterone treated wethers and ewes. *Theriogenology.*, 17(3):349-354.
- Cupp AS, Roberson MS, Stumpf TT, Wolfe MW, Werth LA, Kojima N, Kittok RJ, Kinder JE. 1993. Yearling bulls shorten the duration of postpartum anestrus in beef cows to the same extent as do mature bulls. *J Anim Sci.*, 71:306-309.
- Cushwa WT, Bradford GE, Stabenfeldt GH, Berger YM, Dally MR. 1992. Ram influence on ovarian and sexual activity in anoestrus ewes, effects of isolation of ewes from rams before joining and date of ram introduction *J. Animal Sci.* 70, 1195-1200.
- Delgadillo JA, Flores JA, Véliz FG, Hernández HF, Duarte G, Vielma J, Poindron P, Chemineau P, Malpoux B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J Anim Sci.*, 80:2780-2786.
- Delgadillo JA, Flores JA, Véliz, FG, Duarte G, Vielma J, Poindron P. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. *Vet. Méx.*, 34(1):69-79.
- Duarte G. 2000. Estacionalidad reproductiva y efecto del fotoperiodo sobre la actividad ovulatoria de las hembras caprinas Criollas de la Comarca Lagunera (Tesis de doctorado). México (D.F.) México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Duarte G, Tomas R, Sánchez D, Flores JA, Véliz FG, Malpoux B, Delgadillo JA.

2003. Estimulación de la secreción de testosterona de los machos cabríos explotados de manera extensiva utilizando días largos. Memorias de 3^{er} Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos; 2003 mayo 7–9; Viña del Mar, Chile: ALEPRYCS., Rep-7.

Edgar DG, Bilkey DA. 1963. The influence of rams on the onset of the breeding season in ewes. In: Proceedings of the New Zealand Society of Animal production, Vol. 23, pp. 79-87.

Flores JA, Véliz FG, Pérez-Villanueva JA, Martínez de la Escalera G, Chemineau P, Poindron P, Malpoux B, Delgadillo JA. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. Biol Reprod., 62:1409-1414.

Gazal OS, Kouakou B, Amoah EA, Bard CR, Barrett JB, Gelaye S. 2002. Effects of N-methyl-D,L-aspartate on LH, GH, and testosterone secretion in goat bucks maintained under long or short photoperiods. J Anim Sci., 80:1623-1628.

Hoyos LG, Sáenz P, Salinas H. 1991. Desarrollo de módulos en la Región Lagunera. Evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera, 1^a. Reunión informativa., INFAP-CIID:1-11.

Hoyos LG, Sáenz P. 1993. La utilización de residuos agrícolas en la alimentación del ganado caprino en la Comarca Lagunera. En: Reporte del proyecto de sistemas de producción caprina en la Comarca Lagunera y Zacatecas. INFAP-CIID, 10:8-17.

Hulet CV, Shupe WL, Ross T, Richards W. 1986. Effects of nutritional environment and ram effect on breeding season in range sheep. Theriogenology.,

25(2):317-323.

Izard MK. Pheromones and reproduction in domestic animals. In: Vandenberg, J.G. (Ed.)1983. Pheromones and Reproduction in Mammals. Academic Press, New York., pp. 253-285,

Johns MA. 1980. The role vomeronasal system in mammalian reproductive physiology. In: Muller-Schwarz D, Silverstein RM, (Eds.), Chemical Signals, Vertebrates and Aquatic Invertebrates. Plenum Press, New York., pp. 341-364

Kirkwood RN, Forbes JM, Hughes PE. 1981 Influence of boar contact on attainment of puberty in gilts after removal of olfactory bulbs. J Reprod Fertil., 61:193-196.

Knight TW, Peterson AJ, Payne E. 1978. The ovarian and hormonal response of the ewe to stimulation by the ram early in the breeding season. Theriogenology., 10, 343-353.

Lishman AW. 1969. The seasonal pattern of oestrus amongst ewes affected by isolation from and joining with rams. Agroanimalia., 1, 95-101.

Martin GB, Oldham CM, Cognié Y, Pearce DT. 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams. A review. Livest Prod Sci., 15:219–247.

Martin GB. 1995. Reproductive research on farm animals for Australia-some long-distance goals. Reprod. Fertil. Dev., 7, 967-982.

Martin GB, Hötzel MJ, Blache D, Walkden-Brown SW, Blackberry MA, Boukhling R, Fisher JS, Miller DW. 2002. Determinants of the annual pattern of reproduction in mature male Merino and Suffolk sheep: modification of

- responses to photoperiod by an annual cycle in food supply. *Reprod Fertil Dev.*, 14:165-175.
- McComb K. 1987. Roaring by red deer stags advances the date of oestrus in hinds. *Nature.*, 330:648-649.
- Nottle MB, Kleemann DO, Seamark RF. 1997. Effect of previous undernutrition on the ovulation rate of Merino ewes supplemented with lupin grain. *Anim Reprod Sci.*, b;49:29-36.
- O'Callaghan D, Donovan A, Sunderland SJ, Boland MP, Roche JF. 1994. Effect of the presence of male and female flockmates on reproductive activity in ewes. *J Reprod Fertil.*, 100:497-503.
- Pearce DT, Oldham CM. 1984. The ram effect, its mechanism and application to the management of sheep. In: Lindsay DR, Pearce DJ, (Eds), *Reproduction in Sheep*. Australian Academy of Science, Australian Wool Corporation, Canberra, pp.26-34.
- Perkins A, Fitzgerald JA. 1994. The behavioral component of the ram effect: The influence of ram sexual behavior on the induction of estrus in anovulatory ewes. *J Anim Sci.*, 72:51-55.
- Ranford HM, Watson RH. 1957. Influence of rams on ovarian activity and oestrus in Merino ewes in the spring and early summer. *Aust. J. Agric. Sci.*, 8, 260.
- Rekwot PI, Ogwu D, Oyedipe EO, Sekoni VO. 2001. The role of pheromones and biostimulation in animal reproduction. *Anim Reprod Sci.*, 65:157-170.
- Restall BJ. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim Reprod Sci.*, 27, 305–318.
- Rincón RM, Aréchiga CF, Escobar FJ, Valencia J, De la Colina F. 2003. Efecto del

- fotoperíodo y la presencia del macho sobre la sucesión de ciclos estrales en la cabra Criolla. Memorias de 3^{er} Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos; 2003 mayo 7–9; Viña del Mar, Chile: ALEPRYCS., Rep-35.
- Rivas-Muñoz R, Carrillo E, Rodríguez R, Leyva C, Mellado M, Véliz, FG. 2010. Effect of body condition score of does and use of bucks subjected to added artificial light on estrus response of Alpine goats. *Trop. Anim. Health. Prod.*, 42(6):1285-1289.
- Rivera GM, Alanis GA, Chaves MA, Ferrero SB, Morello HH. 2003. Seasonality of estrus ovulation in Creole goats of Argentina. *Small Rum Res.*, 48:109-117.
- Rosa HJD, Juniper DT, Bryant MJ. 2000. The effect of exposure to oestrous ewes on rams' sexual behaviour, plasma testosterone concentration and ability to stimulate ovulation in seasonally anoestrous ewes. *Appl Anim Behav Sci.*, 67:293–305.
- Rosa HJD, Bryant MJ. 2002. The 'ram effect' as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. A review. *Small Rum Res.*, 45:1-16.
- SAGARPA. 2005. Boletín informativo 095 05 México, DF, 05 Marzo 2005.
- SAGARPA. 2007.
- SAGARPA. 2008.
- Sánchez D. 2003. Influencia del sistema de explotación sobre el comportamiento sexual de los machos cabríos criollos de la Comarca Lagunera (Tesis de maestría). Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna.
- Schinckel PG. 1954. The effect of the ram on incidence and occurrence of oestrus

- in ewes. Aust. Vet. J., a; 30, 189-195.
- Schinckel PG. 1954. The effect of the presence of the ram on the ovarian activity of the ewe. Aust. J. Agric. Sci., b; 5, 456-469.
- Shelton M. 1960. Influence of the presence of a male goat on the initiation of oestrus cyclic and ovulation of Angora does. J. Animal Sci., 19,368.
- Signoret JP, Fulkerson WJ, Lindsay DR. 1982/1983. Effectiveness of testosterone–treated wethers and ewes as teasers. Appl Anim Ethol., 9:37-45.
- Signoret JP. 1990. The influence of the ram effect on the breeding activity of ewes and its underlying physiology. In: Oldham CM, Martin GB, Purvis IW, editors. Reproductive Physiology of Merino Sheep: Concepts and Consequences. University of Western Australia: Perth; 59–70.
- Skinner DC, Cilliers SD, Skinner JD. 2002. Effect of ram introduction on the oestrous cycle of springbok ewes (*Antidorcas marsupialis*). Reproduction., 124:509-513.
- Tanaka T, Akaboshi N, Inoue Y, Kamomae H, Kaneda Y. 2002. Fasting-induced suppression of pulsatile luteinizing hormone secretion is related to body energy status in ovariectomized goats. Anim Reprod Sci., 72:185-196.
- Underwood EJ, Shier FL, Davenport N. 1994. Studies in sheep husbandry. The breeding season of Merino crossbreeds and British breeds ewes in the agricultural districts J. Agric., 11, 135-143.
- Véliz FG, Moreno S, Duarte G, Vielma J, Chemineau P, Poindron P, Malpaux B, Delgadillo JA. 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 FG, Vélez LI, Flores JA, Duarte G, Poindron P, Malpaux B, Delgadillo JA. 2004. La presencia del macho en un grupo de cabras anéstricas no impide su respuesta estral a la introducción de un nuevo macho. *Vet. Méx.*, 35(3):169-178.
- Véliz, FG, Poindron P, Malpaux B, Delgadillo JA. 2006. Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrous female goats. *Anim. Reprod. Sci.*, a;92:300-309.
- Véliz FG, Poindron P, Malpaux B, Delgadillo JA. 2006. Positive correlation between the body weight of anestrous goats and their response to the male effect with sexually active bucks. *Reprod. Nutr. Dev.*, b;46:657-661.
- Walkden-Brown SW, Restall BJ, Norton BW, Scaramuzzi RJ, Martin GB. 1994. Effect of nutrition on seasonal patterns of LH, FSH and testosterone concentration, testicular mass, sebaceous gland volume and odour in Australian cashmere goats. *J Reprod Fertil.*, a;102:351-360.