

LA INTERACCIÓN DE UN MACHO CABRÍO SEXUALMENTE ACTIVO CON UN TRATAMIENTO FOTOPERIÓDICO REDUCE LA ESTACIONALIDAD EN CABRAS ANÉSTRICAS



Juan Carlos López García, Víctor H. Fuentes Berlanga, Alfonso Serna Pérez, Ricardo A. Sánchez Gutiérrez, Juan José Figueroa González, Miguel Servin Palestina, Francisco G. Echavarría Cháirez, Homero Salinas González.

GOBIERNO FEDERAL

SAGARPA

inirap

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

40 aniversario
CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS 2011



CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO
CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

Folleto Técnico No. 36

Diciembre de 2011

ISBN 978-607-425-714-4



Vivir Mejor

**SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN**

**Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda
Secretario**

**Ing. Ignacio Rivera Rodríguez.
Subsecretario de Desarrollo Rural
MSC. Mariano Ruíz-Funes Macedo**

**Subsecretario de Agricultura
Ing. Ernesto Fernández Arias
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios
MC. Jesús Antonio Berúmen Preciado
Oficial Mayor**

COORDINACIÓN GENERAL DE GANADERÍA

**Dr. Everardo González Padilla
Coordinador General**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y
PECUARIAS**

**Dr. Pedro Brajcich Gallegos
Director General**

**Dr. Salvador Fernández Rivera
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación
Msc. Arturo Cruz Vázquez**

Coordinación de Planeación y Desarrollo

**Lic. Marcial A. García Morteo
Coordinador de Administración y Sistemas**

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO

**Dr. Homero Salinas González
Director Regional**

**Dr. Uriel Figueroa Viramontes
Director de Investigación**

**Dr. José Verástegui Chávez
Director de Planeación y Desarrollo**

**M.A. Jaime Alfonso Hernández Pimentel
Director de Administración**

CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

**Ph. D. Francisco G. Echavarría Cháirez
Director de Coordinación y Vinculación en Zacatecas**

**LA INTERACCIÓN DE UN MACHO CABRÍO
SEXUALMENTE ACTIVO CON UN TRATAMIENTO
FOTOPERIÓDICO REDUCE LA ESTACIONALIDAD EN
CABRAS ANÉSTRICAS**

**M.C. Juan Carlos López García¹
M.V.Z. Víctor H. Fuentes Berlanga²
Dr. Alfonso Serna Pérez¹
Ing. Ricardo A. Sánchez Gutiérrez¹
I.T.A. Juan José Figueroa González¹
Ing. Miguel Servin Palestina¹
Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez³
Dr. Homero Salinas González⁴**

¹ Investigadores del Campo Experimental Zacatecas

² Técnico del Campo Experimental Zacatecas

³ Director de Coordinación y Vinculación en Zacatecas del
INIFAP

⁴ Director Regional del Centro de Investigación Regional Norte
Centro del INIFAP

LA INTERACCIÓN DE UN MACHO CABRÍO SEXUALMENTE ACTIVO CON UN TRATAMIENTO FOTOPERIÓDICO REDUCE LA ESTACIONALIDAD EN CABRAS ANÉSTRICAS

**Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,
Agrícolas y Pecuarias
Progreso No. 5,
Barrio de Santa Catarina
Delegación Coyoacán,
C.P. 04010 México, D.F.
Teléfono (55) 3871-7800**

ISBN: 978-607-425-714-4

Primera Edición 2011

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la Institución.

Cita correcta:

López, G.J.C., Fuentes, B.V.H., Serna, P.A., Sánchez, G.R.A., Figueroa, G.J.J., Servin, P.M., Echavarría, Ch.F.G., Salinas, G.H. 2011. La interacción de un macho cabrío sexualmente activo con un tratamiento fotoperiódico reduce la estacionalidad en cabras anéstricas. Folleto Técnico No. 36. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP, 43p.

CONTENIDO

I. INTRODUCCION.....	1
II. Características del sistema de producción de caprinos.....	2
2.1. Variaciones estacionales de la actividad reproductiva de los caprinos en regiones subtropicales.....	4
2.2. Fotoperiodo como factor que controla la reproducción de los pequeños rumiantes.....	7
2.2.1. La acción del fotoperíodo y los mecanismos fisiológicos.....	8
2.3. Manipulación de la estacionalidad reproductiva.....	10
2.3.1. Hormonales.....	10
2.3.2. Tratamientos fotoperiódicos.....	11
2.3.3. Efecto macho.....	13
2.3.3.1. Respuesta de las cabras al Efecto Macho.....	14
2.3.3.2. Libido del macho.....	16
2.4. Aplicaciones prácticas del uso de la técnica del tratamiento fotoperiódico y el Efecto Macho.....	17
2.4.1. Producción láctea.....	17
2.4.2. Mercado.....	17
2.4.3. Calidad de forraje.....	18
2.4.4. Inseminación Artificial.....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1. Localización del experimento.....	20
3.2. Animales.....	20
3.2.1. Machos.....	20
3.2.2. Hembras.....	22
3.3. Efecto macho.....	22
3.4. Variables determinadas.....	23
3.4.1. Machos.....	23
3.4.1.1. Peso corporal.....	23
3.4.1.2. Pruebas de comportamiento sexual.....	23
3.4.2. Hembras.....	24
3.4.2.1. Porcentaje de estros y/o celos en respuesta al Efecto Macho.....	24
3.4.2.2. Fecha de parto.....	24
3.4.2.3. Tasa de parición o Fertilidad.....	24
3.5. Análisis estadístico.....	25

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1. Machos	26
4.1.1. Peso corporal.	26
4.1.2. Prueba de comportamiento sexual.....	27
4.2. Hembras.....	28
4.2.1. Porcentaje de estros y/o celos en respuesta al Efecto Macho.....	28
4.2.2. Fecha de parto.	29
4.2.3. Tasa de parición o fertilidad.	30
4.2.4. Prolificidad y peso al parto.	31
V. CONCLUSIÓN.....	35
LITERATURA CITADA.....	36

I. INTRODUCCION.

Los animales con reproducción estacional como los ovinos y caprinos, con el fin de asegurar la supervivencia de su descendencia y por consiguiente la de su especie, enfrentan las condiciones del medio ambiente con una estrategia reproductiva bien definida: seleccionan la época del año más favorable para sus partos (Bronson y Heideman, 1994.). En este tenor, la investigación en el ámbito reproductivo a nivel mundial se ha enfocado en que la producción animal tiene que ser limpia es decir no basada en el uso de hormonales con el fin de asegurar el bienestar de los animales (Martin *et al.*, 2004) y se maneja principalmente en estrategias. Entre las que tienen el control de los tiempos en los eventos reproductivos; por ejemplo, la utilización de empadres controlados durante la estación sexual, inducción de la actividad sexual de los machos en la época de reposo sexual, mediante tratamientos fotoperiódicos y por último la utilización del efecto macho.

Una consecuencia de la estacionalidad reproductiva en los caprinos es que las crías nacen al final del invierno e inicios de la primavera, cuando aún no hay suficiente pasto, por lo que pueden ocurrir altos porcentajes de mortalidad de cabritos o bajas tasas de desarrollo. De esta manera se requiere empadrear en épocas que garanticen los nacimientos a inicios de la temporada de lluvias, es decir empadrear en la época de anestro. En este sentido las relaciones sociales entre individuos de la misma especie pueden modificar su estado reproductivo. Durante el periodo de anestro, las ovejas y cabras no desarrollan ciclos estrales u ovulatorios, pero su exposición a los machos puede

estimularles inmediatamente la secreción de la hormona luteinizante (LH; respuesta inmediata), seguida por la ovulación y el comportamiento estral (respuesta mediata). Este fenómeno de estimulación sexual se llama efecto macho. La introducción de un macho cabrío en un grupo de cabras anéstricas puede provocarles el reinicio de la actividad sexual dentro de pocos días después de iniciado el contacto. Este fenómeno se ha documentado en mamíferos desde hace varias décadas y recientemente ha tomado importancia como una técnica para el control de la reproducción en animales domésticos.

II. Características del sistema de producción de caprinos.

De la población actual de caprinos en México, 8.9 millones de cabezas (FAOSTAT, 2009), el 64 % se concentra en las zonas áridas y semiáridas. Los estados con mayor población caprina son: Puebla (15.7 %), Oaxaca (13.02 %), San Luis Potosí (8.2 %), Guerrero (7.58 %), Coahuila (6.94 %) y Zacatecas (6.2 %) (SIAP, 2009). La caprinocultura en nuestro país se realiza principalmente como una actividad familiar complementaria a otras actividades agropecuarias, representando solo una parte del sustento familiar. Se estima que existen más de 320,000 unidades rurales y aproximadamente 1.5 millones de mexicanos tienen como actividad productiva primaria o complementaria a la caprinocultura.

El Estado de Zacatecas cuenta con una población de 458, 376 cabezas, siendo explotadas por 16,126 productores, de los cuales, 11,714 son ejidatarios, 3,467 pequeños propietarios y 945 son mixtas (INEGI, 2008). El

tamaño del hato es de 28 animales, el cual es muy pequeño y no alcanzan en promedio los productores a satisfacer los mínimos de bienestar social y económico. Estos animales constituyen una fuente importante de ahorro e ingreso de productores marginados, quienes lo consideran como un seguro para la solución de imprevistos económicos de la familia, además de ser un complemento a su alimentación y fuente de empleo de menores de edad en el pastoreo de sus rebaños. El sistema de producción predominante es el extensivo sedentario, caracterizado por el pastoreo de animales en grandes extensiones de terreno durante el día y encierros nocturnos (Flores *et al.*, 2005; Gutiérrez *et al.*, 2006). Este sistema tiene objetivos de producción bien definidos de acuerdo con la región que se trate. En el noreste del estado, domina el sistema de producción de cabritos que son vendidos a la edad del destete y leche. En la región centro y sureste del estado, el objetivo de la producción es la obtención de carne de animales jóvenes y adultos (Salinas *et al.*, 1991). Los caprinocultores utilizan ganado criollo con diferentes grados de cruzamiento con razas en general lecheras como Nubia y Granadina pero también especializadas en carne como la Bóer. Tradicionalmente los partos se presentan a fin de año y hasta la primavera, (Salinas *et al.*, 1995), lo que indica que la época de empadre se inicia entre junio y julio

En general los hatos caprinos del Estado de Zacatecas muestran un bajo nivel tecnológico. Salinas *et al.* 1991, reportan una fertilidad que va del 45 al 57 %, la cual se atribuyo principalmente a una relación machos-hembras muy alta. Otro de los problemas reproductivos que aquejan a estos sistemas es la baja prolificidad de los rebaños con rangos desde 0.43 a 0.79 crías por parto. Otro problema es la alta incidencia de abortos con valores que van del 17 al

27 % del total de vientres, Con la mayor incidencia en los meses de noviembre a mayo. Un último problema es la mortandad de cabritos, presentándose los mayores valores en los meses de diciembre a febrero.

Si bien esta problemática es atribuida principalmente a la escasez de alimento, existen estudios en las áreas subtropicales en que las cabras manifiestan una estacionalidad reproductiva, ejemplo de ello son las cabras Criollas de Argentina (30° S) (Rivera *et al.*, 2002), las cabras de la raza Cashmere de Australia (28° S) (Restall, 1992), y las cabras Criollas de la Comarca Lagunera (26° N) (Delgadillo *et al.*, 2003). Como el periodo de anestro coincide con la época de sequía, se postulo que la subalimentación es la responsable de esta estacionalidad (Saenz-Escarcega *et al.*, 1991). Sin embargo, recientemente se demostró que dicha estacionalidad no es provocada por los cambios en el nivel y calidad de la alimentación, sino que es atribuida principalmente al fotoperiodo, y la alimentación es un modulador secundario (Duarte *et al.*, 2008).

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

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 razas de caprinos en las cuales su estrategia reproductiva está basada rígidamente por el fotoperiodo ó de fotoperiodismo rígido, dentro de esta 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 inactividad 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 no tiene ninguna influencia sobre la reproducción o sea son no fotoperiódicas, como es el caso de las razas adaptadas a las zonas tropicales o de latitud menor a 25°. 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.

Por otro lado, existe otra estrategia reproductiva denominada de fotoperiodismo flexible. Dentro de este esquema se encuentran algunas razas adaptadas a las zonas subtropicales (de 25° a 40° de latitud). Ejemplo de ello son las cabras Criollas de Argentina (30° S), las Cashmere de Australia (28° S) y las cabras Criollas de la Comarca Lagunera (26° N). En estas razas, la estacionalidad en la

actividad reproductiva de estas zonas se caracteriza por la alternancia de un periodo de reposo sexual o anestro seguido por un periodo de actividad sexual (Figura 1.).(Restall, 1992; Delgadillo *et al.*, 2002; Rivera *et al.*, 2002; Duarte *et al.*, 2010).



Figura 1. Representación de la estacionalidad reproductiva anual que muestran los caprinos adaptados u originarios de las áreas subtropicales (modificado de Restall, 1992; Delgadillo *et al.*, 1999, Delgadillo *et al.*, 2002; Rivera *et al.*, 2002; Duarte *et al.*, 2010).

En las hembras, el periodo de anestro está asociado con la ausencia de estros y ovulaciones, y se presenta desde el inicio de la primavera hasta finales del verano (Figura 2). Por el contrario, la estación sexual se caracteriza por la sucesión de ciclos estrales y ováricos de 21 ± 3 días de duración (Camp *et al.*, 1983). En los machos, la estación de reposo sexual, está caracterizada por una baja concentración plasmática de testosterona (0.1 ng/ml), bajo peso testicular (90g), incremento de la latencia a la eyaculación (> 5 min), reducción cuantitativa (1.2×10^9) y cualitativa (68% vivos) de la producción espermática y baja libido. La máxima expresión de estos parámetros se alcanza durante el otoño.

(Walkden-Brown *et al.*, 1994; Delgadillo *et al.*, 1999, Hammoudi *et al.*, 2010).

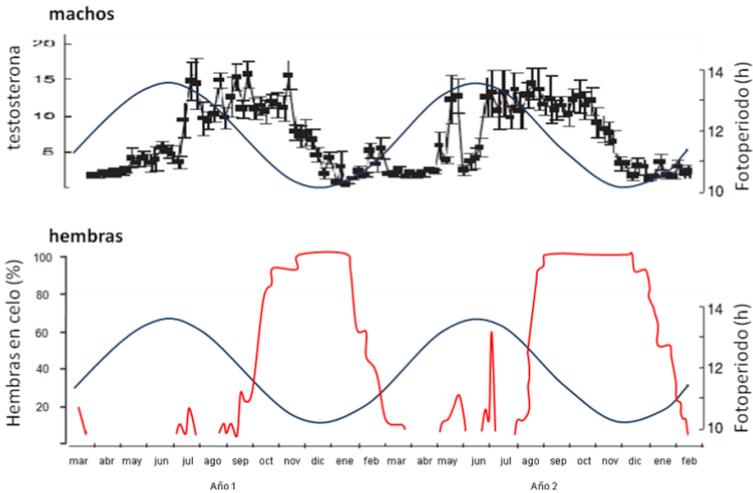


Figura 2. Variaciones estacionales en la reproducción de los caprinos de la Comarca Lagunera. En los machos la secreción de testosterona varía a lo largo del año, siendo mayor en los meses de agosto a enero. En las hembras el mayor porcentaje de celos se presenta en los meses de agosto a febrero (modificado de Delgadillo *et al.*, 2004. Duarte *et al.*, 2010).

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

2.2. Fotoperiodo como factor que controla la reproducción de los pequeños rumiantes.

Se deben mencionar tres efectos fundamentales del fotoperiodo sobre la reproducción de los pequeños rumiantes. El primero es que la percepción que tiene el animal de un día corto o de un día largo depende de su «historia fotoperiódica». Así, 12 horas de luz por día son interpretadas como un día corto si el animal percibe 16 horas de luz, o como un día largo si solo percibe 8 horas de luz. El segundo es que la acción estimuladora de los días decrecientes sobre la actividad neuroendocrina de la oveja podría ser responsable de la duración normal de la estación sexual en condiciones naturales. El tercero es la existencia de una fase fotosensible que tiene lugar alrededor de 16 a 17 horas después del alba. La iluminación durante esta fase provoca la «lectura» de un día largo tanto en el semental como en la oveja (Malpaux *et al.*, 1993).

2.2.1. La acción del fotoperíodo y los mecanismos fisiológicos.

Como en todas las especies de mamíferos, en los pequeños rumiantes, la percepción de los impulsos luminosos tiene su sede en la retina. A continuación, esta información es conducida por el tracto retino-hipotalámico hasta los núcleos supraquiasmáticos y paraventriculares del hipotálamo, antes de pasar por el ganglio cervical superior y llegar finalmente a la glándula pineal (figura 3). Esta última sintetiza y secreta en la sangre la melatonina, únicamente durante la noche.

Es muy probable que en virtud de la duración de tal secreción los animales sean capaces de percibir la duración de la noche, y por ende la del día, puesto que la restitución, por infusión de melatonina, de un ritmo de noches largas en ovejas pinealectomizadas es suficiente para provocar la

lectura de un día corto e inducir la estimulación de la actividad neuroendocrina (Chemineau *et al.*, 1988b).

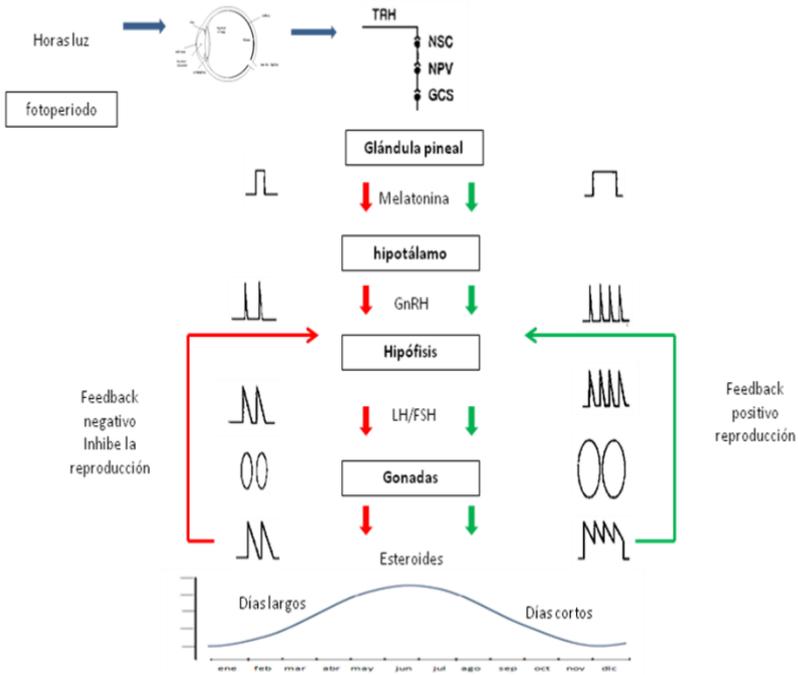


Figura 3. Representación esquemática de los mecanismos fisiológicos de la acción del fotoperiodo. **THR**: Tracto Retino Hipotalámico, **NSC**: Núcleo Supraquiasmático, **NPV**: Núcleo Paraventricular, **GSC**: Ganglio Cervical Superior, **GP**: Glándula Pineal, **NA**: Noradrenalina, **DA**: Dopamina, **SHT**: Serotonina, **GnRH**: Hormona Liberadora de Gonadotropinas, **LH**: Hormona Luteinizante, **FSH**: Hormona Folículo Estimulante (Modificado de Chemineau *et al.*, 1988a).

Los días largos inhiben y los días cortos estimulan la actividad sexual (Figura 3) (Chemineau *et al.*, 1988b).

2.3. Manipulación de la estacionalidad reproductiva.

El anestro reproductivo se identifica como una ausencia de la ovulación y manifestaciones de estro, causado por la disminución en la frecuencia de secreción de los pulsos de hormona luteinizante (LH) y ausencia de progesterona. La disminución en la secreción pulsátil de LH es causada por el efecto negativo que ejerce el estradiol en el eje hipotálamo hipofisario. Esta acción se mantiene durante la época de anestro causando baja actividad reproductiva del rebaño (Rodríguez *et al.*, 2001).

La estacionalidad puede ser manipulada por: a) alteración del fotoperiodo, b) bioestimulación de las ovejas y cabras por parte del macho y, c) mediante la aplicación de métodos farmacológicos. No obstante, lograr aceptables tasas de gestación requiere un cuidadoso manejo tanto de la hembra como del macho (Córdoba *et al.*, 2008). En este sentido se han desarrollado diversos métodos para controlar la reproducción en el caprino y extender la estación reproductiva. La utilización de hormonales permite inducir la presentación de estros fértiles aun fuera de la estación reproductiva con una eficacia considerablemente alta. (Álvarez *et al.*, 1999).

2.3.1. Hormonales.

En la oveja y cabra la estacionalidad reproductiva puede ser controlada con la utilización de productos hormonales como los progestágenos, eCG, PMSG melatonina, entre otros; sin embargo, el alto costo de los tratamientos y el entrenamiento para su aplicación limita su utilización (Chemineau *et al.*, 1993). Estos progestágenos

son aplicados por periodos de 9 a 14 días en las ovejas y de 11 a 21 en las cabras, en esponja vaginal o mediante implantes sub cutáneos. La gonadotropina de elección ha sido el suero de yegua preñada (PMSG) en dosis de 400 a 700 UI, de esta manera además de inducir la ovulación, aumenta la tasa ovulatoria. En las ovejas la PMSG se inyecta al retirar las esponjas, y en las cabras 48 horas antes de retirar el implante o la esponja. La melatonina puede ser más efectiva que los tratamientos basados en progestágenos-prostaglandinas, ya que actúa a niveles superiores en el sistema nervioso central sin afectar en forma directa al aparato genital femenino (Trejo, 1998). En este sentido, Cordeiro (1998) evaluó los costos de la inducción y sincronización en cabras (hormonal y fotoperíodo artificial) en Brasil, mostrando resultados satisfactorios para el fotoperíodo artificial.

2.3.2. Tratamientos fotoperiódicos.

Los tratamientos fotoperiódicos han sido utilizados para inducir la actividad sexual durante la contra-estación sexual de razas estacionales originarias de las latitudes medias y altas. Los objetivos de estos tratamientos son principalmente tres: avanzar la estación sexual anual en la hembra, inducir y mantener en contra-estación una actividad cíclica en la hembra, y abolir totalmente las variaciones estacionales en el macho. Los tratamientos están basados en la alternancia de días largos y de días cortos (Chemineau *et al.*, 1993).

En los machos cabríos de la raza Alpina y Saanen, la exposición a dos meses de días largos a partir de diciembre o enero seguidos de la aplicación de melatonina, inducen una intensa actividad sexual durante el periodo de

reposo (Chemineau *et al.*, 1999). En machos estabulados locales de la Comarca Lagunera, bien alimentados y tratados con 2.5 meses de días largos a partir del primero de noviembre seguidos de días naturales, se estimula la secreción de testosterona y el comportamiento sexual de febrero a abril, periodo que corresponde al reposo sexual de estos animales (Delgadillo *et al.*, 2002).

En machos sujetos a cambios rápidos de fotoperiodo las fluctuaciones estacionales de LH y Testosterona son eliminadas, los niveles elevados de LH y testosterona nunca se habían observado en animales control en la estación reproductiva. Esta rápida alternancia de fotoperiodo detiene el efecto de la retroalimentación negativa sobre la secreción de testosterona y mantiene alto peso testicular y producción espermática. Los tratamientos fotoperiódicos de los grupos experimentales producen más espermatozoides por eyaculación durante la época de reproducción natural que los machos control (Delgadillo *et al.*, 1995).

El fotoperiodo programa la estacionalidad reproductiva de las cabras; es decir, presentan ciclos estrales en los días con menor cantidad de horas luz (días cortos) y anestro en los días donde se incrementa el fotoperiodo (días largos) (Escobar *et al.*, 1997). Recientemente, Cerna *et al.* (2000) concluyeron que la actividad reproductiva y la secreción de melatonina y prolactina en la oveja Pelibuey, son consecuencia de las variaciones que ocurren en el fotoperiodo a 19° 13' latitud Norte, y que bajo condiciones naturales, el fotoperiodo parece ser el principal regulador de la actividad ovárica en las hembras.

Se puede considerar que los días largos (DL) inhiben la actividad sexual en ganado ovino, mientras que los días cortos (DC) tienen el efecto contrario. No obstante, este efecto no es permanente, cuando ambos persisten durante mucho tiempo, ya que los animales se hacen refractarios a ellos, de manera que tanto la refractariedad a DL como a DC parecen ser el primer paso de la expresión de un ritmo endógeno circanual de reproducción. Dicho ritmo se manifiesta cuando se somete a las ovejas a un fotoperiodo constante durante largos periodos de tiempo. Éstas manifiestan una alternancia de periodos de actividad y reposo sexual, si bien dichos periodos son muy variables entre animales y además no están sincronizados con la actividad reproductiva natural (Karsch *et al.*, 1989).

2.3.3. Efecto macho.

La primera observación de éste fenómeno fue reportada en ovinos por Underwood *et al.* (1944). La técnica tiene como fundamento la inducción de la conducta estral y la ovulación en las hembras después de la introducción de un carnero o un macho cabrío (Chemineau, 1987; Ungerfeld *et al.*, 2004). El efecto macho constituye un estímulo social que actúa para iniciar la actividad reproductiva tanto en ovejas como en cabras (Álvarez y Zarco, 2001).

El efecto macho es un fenómeno multisensorial que involucra el olfato, la vista, el tacto y el oído. La máxima respuesta de las hembras se obtiene cuando todas las señales están presentes, es decir, cuando el macho está en contacto directo con las hembras (Shelton, 1980; Pearce y Oldham, 1988). Pero también, esta respuesta depende de la calidad del estímulo que otorga el macho a la hembra

(Walkden-Brown *et al.*, 1999; Delgadillo *et al.*, 2006, Delgadillo *et al.*, 2008; Delgadillo *et al.*, 2009)

En ovejas y cabras la súbita introducción de machos puede inducir la ovulación en hembras que están en anestro ya sea estacional, postparto y lactacional (Martin y Kadokawa, 2006), activando la secreción de la hormona luteinizante (LH) e induciendo la ovulación unos días después de ponerlos en contacto (Walkden-Brown *et al.*, 1999; Álvarez y Zarco, 2001; Delgadillo *et al.*, 2003). Este efecto macho representa una alternativa eficaz y de bajo costo en la inducción de ovulación en ovejas y cabras adultas (Álvarez y Andrade, 2008).

2.3.3.1. Respuesta de las cabras al Efecto Macho.

En todos los estados reproductivos, incluyendo las condiciones de anestro, la secreción de LH se caracteriza por su naturaleza pulsátil y es controlada por pulsos de secreción de GnRH desde el hipotálamo. En las hembras tanto cabras como ovejas que no se encuentran ciclando, dichos pulsos se liberan con una frecuencia baja, controlados mediante un mecanismo de retroalimentación negativa por niveles mínimos de estradiol. En ambas especies, la introducción del macho induce un incremento rápido y dramático en la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH plasmática. Este incremento en la actividad pituitaria estimula el desarrollo folicular, provocándose un pico preovulatorio de LH que induce a la ovulación. En la cabra, el cambio en la secreción pulsátil de LH culmina en la ovulación de más del 95% dentro de los primeros tres días posteriores a la introducción del macho. La primera ovulación inducida se asocia con conducta estral

aproximadamente en 60% de los casos, dicha ovulación es seguida por un ciclo corto con una duración de tres a ocho días en cerca del 75% de las hembras. Al igual que en la oveja, el ciclo corto se caracteriza por una secreción baja (o nula) y transitoria de progesterona por el cuerpo lúteo (CL). Después del ciclo corto se presenta una segunda ovulación cuyo CL es de duración normal y que en el 90% de las hembras se acompaña de conducta estral. Así, todas las fases lúteas de duración normal permiten que la próxima ovulación se acompañe de conducta estral en todos los casos (Álvarez y Zarco, 2001).

La respuesta de las hembras, sin embargo, puede ser influenciada por la condición nutricional de las cabras y la actividad sexual (libido) de los machos. En efecto, mediante la utilización de machos sexualmente activos a través de tratamientos fotoperiódicos es posible mejorar la respuesta estral de las hembras, independientemente de los factores ambientales o de la época de anestro utilizándolo en sistemas de producción intensivo o extensivo (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2003)

Las cabras con una baja condición corporal “responden” al estímulo de los machos cabríos, aunque esta respuesta se retrasa y es menor a la observada en cabras con una apropiada condición corporal (Mellado, 2008). Se ha visto que el manejo nutricional altera de manera significativa la sensibilidad de las cabras a la presencia de los machos; de tal forma que cabras con mayores consumos de energía presentan un aumento en frecuencia de pulsos de LH, lo que da origen a una mayor proporción de hembras que ovulan en respuesta al macho (Urrutia *et al.*, 2003).

2.3.3.2. Libido del macho.

El termino libido es comúnmente utilizado para describir la conducta sexual del macho. Para fines prácticos, la libido se define como la disposición y avidez del macho para cortejar y montar a la hembra (Chenoweth, 1980). Esta avidez se caracteriza por la búsqueda de hembras en estro mediante olfateos ano genitales, flhemen después de la orina de la hembra, aproximaciones, intentos de monta y finalmente monta (Wodzicka-Tomaszewska *et al.*, 1981; Fabre-Nys, 1990).

Varios autores manifiestan que la intensidad en el comportamiento sexual de los machos cabríos es un factor determinante en la repuesta estral de las hembras sometidas a efecto macho (Flores *et al.*, 2000, Delgadillo *et al.*, 2001; Carrillo *et al.*, 2007). La conducta sexual ha formado parte de los patrones de evaluación de la actividad sexual y capacidad reproductiva de los machos cabríos (Sicilia *et al.*, 2007). En este sentido, son varios los estudios que han evaluado la respuesta estral de las cabras anéstricas a la interacción con machos inducidos a una intensa actividad sexual mediante 2.5 meses de días largos (16 horas de luz/día). En todos ellos, el comportamiento sexual, evaluado como el número de olfateos ano-genitales, flhemen, aproximaciones, intentos de monta y montas completas, fue muy superior en los machos que recibieron el tratamiento en comparación con los machos testigos que solo percibieron las variaciones naturales del fotoperíodo. De igual manera, las hembras que mostraron conducta estral después de la interacción con los machos alcanzo niveles de 90 a 100 % en presencia de machos tratados, y niveles menores al 20 % aquellas que tuvieron interacción

con machos testigos (Flores *et al.*, 2000, Delgadillo *et al.*, 2001; Carrillo *et al.*, 2007).

2.4. Aplicaciones prácticas del uso de la técnica del tratamiento fotoperiódico y el Efecto Macho.

2.4.1. Producción láctea.

La empresa CORSEVILLA S.C.A., posee un grupo caprino en base a explotaciones semiextensivas de raza Florida con un problema de estacionalidad en la producción lechera concentrada en primavera, que crea dificultades para su transformación. Sus técnicos pusieron en marcha un programa de optimización que permitiera producir leche en el ciclo otoño-invierno, basado en la eliminación de la estacionalidad reproductiva y alimentación suplementaria. Los ganaderos que han optimizado su manejo realizan empadres tempranos con efecto macho, y suplementan sus animales con mezcla completa, por lo que ya producen el 83% de la leche del grupo, mientras que los que siguen un manejo tradicional sólo producen el 17%.(Sánchez-Rodríguez *et al.*, 2005). Con base en ésta experiencia, se abre una ventana para la utilización de la técnica de efecto macho y fotoperiodo para la optimización de la producción láctea en el Estado, minimizando la estacionalidad de los productos caprinos.

2.4.2. Mercado.

La producción y venta de cabritos puede beneficiarse con la aplicación de la técnica de efecto macho, ya que se podrá disponer de cabritos en la época en que existe mayor demanda. La venta de cabritos puede ser una buena

oportunidad para los caprinocultores del Estado de Zacatecas y además puede influir de manera importante en la producción y venta de leche. La industria láctea representa en la región lagunera una actividad socioeconómica relevante. y esto ha favorecido al caprinocultor al comprarle su producción láctea (Olhagaray y Espinoza 2007). De igual forma, la implementación de técnicas de control de la reproducción, como el efecto macho, pueden contribuir al cambio en el sistema de producción y volverlo mas intensivo, incorporando la producción de leche como una opción más para mejorar la rentabilidad del sistema de producción caprino.

2.4.3. Calidad de forraje

Estudios realizados en el comportamiento de la composición nutricional a lo largo del año muestran que la flora nativa del agostadero Zacatecano presenta niveles altos de proteína cruda PC en el verano (12%) los cuales disminuyen en el invierno (5.7% de PC) (Echavarría *et. al.* 2006). A partir del conocimiento de las épocas de menor disponibilidad y calidad de forraje es posible realizar la programación de los partos, lo cual sería una forma de aprovechar la disponibilidad de nutrientes para un mejor desarrollo de las crías y mantener la condición corporal de las madres.

2.4.4. Inseminación Artificial.

Desde el punto de vista de la ganadería ecológica, el uso de la inseminación artificial con celo natural es una alternativa que depende de la eficacia para detectar celos. El efecto macho puede ser utilizado como estrategia para

sincronizar y detectar celos en el rebaño (Salvador *et al.*, 2008)

Debido a la condición marginal en la que se encuentra la caprinocultura en el estado de Zacatecas la tecnificación de la actividad es de vital importancia. Una herramienta como la utilización de machos inducidos a una intensa actividad sexual mediante tratamientos fotoperiódicos, como iniciadores de la actividad sexual de las cabras en anestro estacional, puede ayudar a la mejora de este problema. La técnica tiene un sencillo esquema de aplicación, además es económica y da como resultados una gran cantidad de hembras en celo, pariciones programadas en un corto tiempo; y propicia los partos en época de disponibilidad de alimento en los agostaderos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Localización del experimento.

El presente estudio se realizó del día 15 de octubre 2009 al día 30 de mayo 2010, periodo que corresponde al final de la estación sexual y la estación de anestro para los caprinos de la raza criolla del norte de México (Delgadillo *et al.*, 2003; Duarte *et al.*, 2008). Se utilizaron tres rebaños de caprinos localizados en el estado de Zacatecas; el primero de ellos en las instalaciones del Campo Experimental Zacatecas del INIFAP; el segundo en la comunidad 'Casa de Cerros' municipio de Panuco; y el tercero en la comunidad 'Los Ramírez', municipio de Río Grande. Las características geográficas son propias del altiplano Zacatecano ubicado entre los 25°09' y 21°04' de latitud norte; y los 100°49' y 104°19' de longitud oeste. El clima es semiseco templado con un verano de lluvias irregulares que oscilan entre los 400 y 700 mm e invierno con lluvias ocasionales. Las temperaturas máximas se registran en el mes de mayo y en los últimos tres años han rebasado los 30°C, las temperaturas mínimas ocurren en enero y pueden llegar hasta 4°C bajo cero. Los vientos dominantes fluyen de suroeste a noroeste y se acentúa su acción de noviembre a abril.

3.2. Animales.

3.2.1. Machos y estimulación de la actividad sexual de los machos.

Se utilizaron 12 machos cabríos criollos jóvenes con edades que fluctuaron entre 1 y 2.5 años, los cuales se encontraban en explotaciones extensivas Al inicio de la fase

experimental se les dio manejo sanitario con la aplicación de desparasitante (Ivermectina), y se les dio complejo B con extracto de hígado. Durante todo el experimento se alimentaron con heno de alfalfa a libre acceso y 300 gramos de concentrado comercial por animal por día y agua a libre acceso.

El tratamiento fotoperiódico consistió en la exposición deliberada de los machos cabríos ($n=7$) a dieciséis horas de luz diarias continuas por un periodo de dos meses y medio a partir del 1° de noviembre de 2009 al 15 de enero de 2010. Este tratamiento no requirió de instalaciones de complicada construcción (Figura 4). El corral de los machos fue equipado con diez lámparas (Figura 4) que contenían dos barras de luz blanca de 75 watts cada una, proporcionando una intensidad luminosa mínima de 300 lux. Las lámparas se encendían automáticamente a las 6:00 hrs y se apagaban a las 9:00 hrs. Después eran encendidas a las 17:00 hrs para ser apagadas nuevamente a las 22:00 hrs. Esto permitió que los animales percibieran días largos de 16 horas luz por día. El día 15 de enero de 2010 el tratamiento luminoso fue suspendido y los machos recibieron las variaciones naturales del fotoperiodo.



Figura 4. Corral utilizado para proporcionar tratamiento fotoperiódico a machos cabríos y detalle de las lámparas utilizadas.

Este tratamiento induce una intensa actividad sexual durante el periodo de reposo sexual (Delgadillo *et al.*, 2002). Los cinco machos restantes solo percibieron las variaciones naturales del fotoperiodo y se encontraban en un corral distinto a una distancia de 700 mts de los tratados.

3.2.2. Hembras.

En el estudio se utilizaron 170 hembras caprinas adultas múltiparas criollas, que según reportes (Delgadillo *et al.* 2003 y Duarte *et al.* 2008) estaban en anestro estacional. Estas hembras se encontraban bajo un sistema de explotación extensivo sin suplementación. Tres semanas antes del inicio del tratamiento 'Efecto Macho' se llevo a cabo el manejo sanitario preempadre que consistió en la aplicación de desparasitante (Ivermectina), de vitaminas A.D.E y vitamina E y selenio. Además, se les proporciono una suplementación alimenticia preempadre en el corral que consistió en 500 gr de concentrado comercial por hembra por día. Las hembras salían a pastorear al campo de las 10:00 hrs y regresaban al corral a las 18:00 hrs, proporcionando inmediatamente el concentrado. La suplementación se dio por 15 días después de la introducción de los machos. Las hembras se dividieron en 10 grupos homogéneos en base a condición corporal (Cuadro 1).

3.3. Efecto macho.

El 16 de abril a las 18:00 hrs, los diez grupos de hembras fueron puestos en contacto con los machos, tanto tratados como testigos, siguiendo el criterio de la tabla anterior. Los machos fueron sorteados antes de estar en contacto con las hembras, el cual se mantuvo por 60 días.

Cuadro 1. Grupos de cabras, divididos en base a su condición corporal.

CONDICION CORPORAL	n=	
2.35	20	MACHO TRATADO
	20	MACHO TESTIGO
	20	MACHO TRATADO
	20	MACHO TESTIGO
1.88	15	MACHO TRATADO
	15	MACHO TESTIGO
1.5	15	MACHO TRATADO
	15	MACHO TESTIGO
	15	MACHO TRATADO
	15	MACHO TESTIGO

3.4. Variables determinadas.

3.4.1. Machos.

3.4.1.1. Peso corporal.

El peso se determinó quincenalmente en cada uno de los 12 machos utilizando una balanza digital marca Torrey con capacidad máxima de 500 kg.

3.4.1.2. Pruebas de comportamiento sexual.

Se realizó por observación directa del despliegue de conductas sexuales (Figura 5) tanto de los machos tratados (n=5) como de los testigos (n=5). Ésta variable se observó durante tres días consecutivos por tres horas diarias (1.5 hrs a las 7:30 de la mañana y 1.5 hrs a las 18:00 hrs). En la figura 6 se muestra el formato de registro y las conductas observadas. Los evaluadores se rotaron con todos los machos, cuidando de que los observadores de machos

tratados no tuvieron contacto con los machos testigos. La prueba inicio 12 hrs después del contacto entre machos y hembras.

3.4.2. Hembras.

3.4.2.1. Porcentaje de estros y/o celos en respuesta al Efecto Macho.

El criterio para considerar una hembra en celo o estro fue la inmovilización completa al momento de ser montada por el macho. La prueba se realizó mediante observación directa durante quince días por la mañana y tarde por 1 hora.

3.4.2.2. Fecha de parto.

Esta variable se determino por observación directa de los partos. Se realizó una visita cada tercer día a los rebaños en estudio y se registró el número de partos totales en cada visita.

3.4.2.3. Tasa de parición o Fertilidad.

Se expresa en porcentaje mediante la siguiente ecuación

Tasa de parición= $(\text{hembras paridas/hembras expuestas}) \times 100$

3.4.2.3. Prolificidad.

Es una medida del número de crías por cada hembra parida, que permite identificar la capacidad reproductiva individual o de un grupo de animales.

3.5. Análisis estadístico.

En los machos, el peso corporal fue analizado con una prueba de t de Student para dos grupos. El comportamiento sexual de los machos fue analizado en proporciones, utilizando una prueba no paramétrica denominada “probabilidad exacta de Fisher”, para cada conducta evaluada. En las hembras, la proporción de estros que mostraron, fue comparada por una prueba de probabilidad exacta de Fisher.

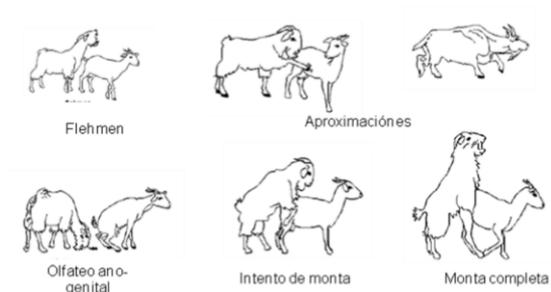


Figura 5. Conductas sexuales evaluadas en machos cabríos tanto tratados con días largos como machos que solo percibieron las variaciones naturales del fotoperíodo o testigos (Fabre-Nys, 1990).

inirap MACHO: _____

VALIDACIÓN DE TÉCNICAS DE MANEJO REPRODUCTIVO EN HATOS DE
CAPRINOS
PRUEBA DE COMPORTAMIENTO A MACHOS TRATADOS

EVALUADOR: _____ FECHA: _____

	MAÑANA	TARDE
Flehmen		
Aproximación		
Olfateo Ano-genital		
Intento de monta		
montaje completa		

Figura 6. Formato para la prueba de comportamiento sexual de los machos experimentales.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Machos

4.1.1. Peso corporal.

La figura 7, muestra el peso corporal de los 12 machos utilizados en el experimento, divididos en dos grupos.

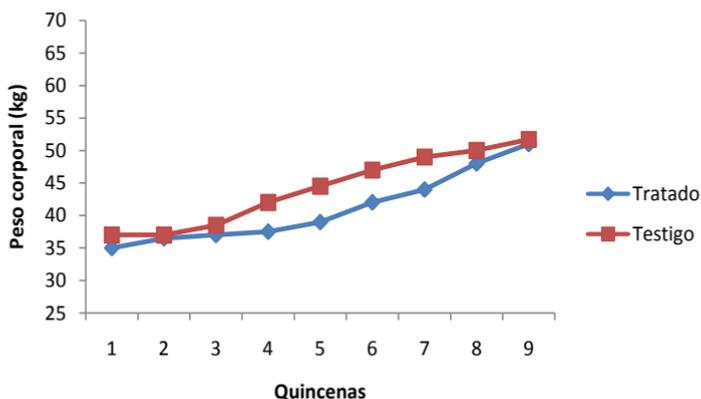


Figura 7. Peso corporal en dos grupos de machos criollos. Los cuadros (n=5) representan al promedio del grupo sometido a las variaciones naturales del fotoperiodo; los rombos (n=7) representan al promedio del grupo sometido a 2.5 meses de

Al inicio del experimento el peso vivo promedio para los machos sin considerar el tratamiento fue de 36 ± 1.5 kg. Durante el periodo de experimentación que fue de 9 quincenas no existió diferencia ($P > 0.5$) entre los grupos; sin embargo, al final del experimento el peso promedio fue de 48.7 ± 1.9 kg, lo que representa una ganancia de peso de al menos 12 kg por animal.

4.1.2. Prueba de comportamiento sexual.

La Figura 8, muestra el comportamiento sexual de dos grupos de machos. Las barras negras corresponden a machos sometidos a un tratamiento fotoperiódico de 16 hrs de luz por un periodo de 2.5 meses; después del cual percibieron las variaciones naturales del fotoperiodo. Las barras grises pertenecen al grupo de machos que durante todo el estudio percibieron solamente las variaciones naturales del fotoperiodo (testigo).

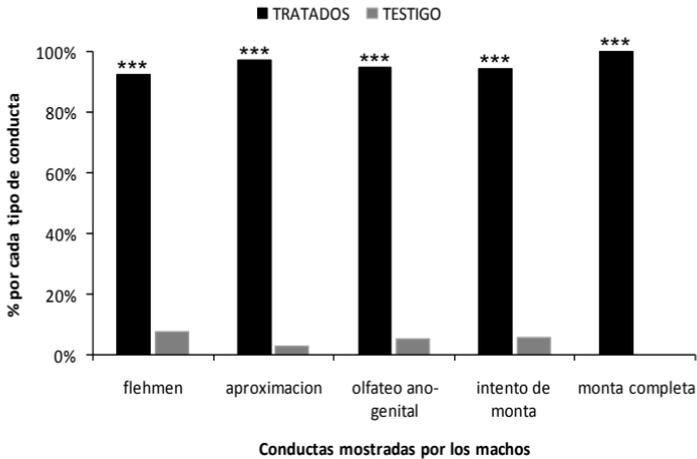


Figura 8. Distribución de cada tipo de conducta observada entre dos grupos de machos, expresado como porcentaje del número total de conductas observadas. *** Diferencia entre grupos ($P < 0.001$)

El comportamiento sexual observado durante los primeros tres días después de que los machos fueron introducidos con las hembras fue significativamente diferente ($P < 0.001$) entre los machos tratados y los testigos, ya que los primeros fueron más activos. De los 226 flehmen

observados en los dos grupos, 209 corresponden a las machos tratados y solo 17 a los testigos ($P < 0.001$). De las 5603 aproximaciones; 5443, fueron observadas en el grupo tratado ($P < 0.001$). Un total de 1216 de los 1281 olfateos ano-genitales correspondieron al grupo tratado ($P < 0.001$). De los 416 intentos de monta; 393, fueron realizados por los machos tratados ($P < 0.001$). Y finalmente, todas las montas observadas (59) ocurrieron en el grupo tratado ($P < 0.001$).

4.2. Hembras.

4.2.1. Porcentaje de estros y/o celos en respuesta al Efecto Macho.

La Figura 9, muestra la respuesta estral de 10 grupos de hembras ($n=15$ a 20) sometidas al tratamiento 'efecto macho'.

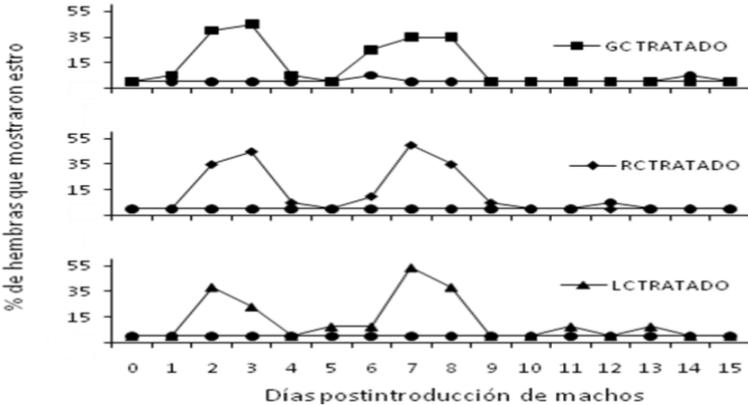


Figura 9. Respuesta estral de tres grupos de hembras en diferente condición corporal, puestas en contacto con machos tratados y testigos. La línea con círculos es la respuesta estral a machos testigos. GC= buena condición corporal (cc), RC= regular cc, LC=baja cc.

La suplementación alimenticia no afectó la respuesta estral de las hembras al cabo de 15 días. En la línea con “círculos” (figura 9) están contemplados los cinco grupos de hembras que tuvieron contacto con machos testigos sin importar si recibieron o no suplementación alimenticia y en diferente condición corporal. La línea de “cuadros” es para las cabras en condición corporal de 2.3. Las líneas de rombos y triángulos corresponden a las cabras en condición corporal de 1.8 y 1.5, respectivamente. Durante el estudio tres de las hembras en contacto con machos testigos mostraron conducta estral y fueron montadas al día 6 después de la introducción de machos. En contraste todas las hembras (85/85) expuestas a machos tratados mostraron al menos un estro durante los primeros 15 días después de la introducción de los machos ($P < 0.001$).

De las cabras en contacto con machos sexualmente activos, entre los días 1 y 5 el 95 % de las hembras en condición corporal de 2.3 y 1.8 mostraron conducta estral; sin embargo, solo el 59.5 % de las hembras en condición corporal de 1.5 mostró celo los primeros cinco días de contacto. De las 85 cabras, 77 presentaron un ciclo estral corto ya que volvieron a presentar conducta estral y fueron montadas entre el día 6 y 15.

4.2.2. Fecha de parto.

Las siguientes variables solo aplican para las 85 hembras con machos tratados con días largos, ya que ninguno de las hembras expuestas a machos testigo se preñó en la fase de experimentación. Los partos iniciaron de manera simultánea en los tres grupos de hembras. El primer parto se registró el 7 y el último el 23 de septiembre. Esto nos indica una sincronización de los partos además de que

los nacimientos se presentaron en una época propicia para el desarrollo de las crías (final de la estación de lluvias). Caso contrario al de las hembras que tuvieron contacto con los machos testigos, en las cuales los partos ocurrieron a partir de enero. Este adelanto en la fecha de parto por casi tres meses propiciada por el 'efecto macho', abre una posibilidad a una ventana de mercado para la comercialización de cabrito y producción de leche.

4.2.3. Tasa de parición o fertilidad.

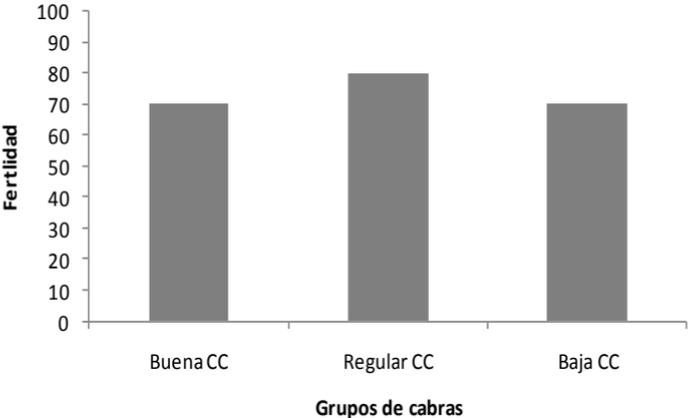


Figura 10. Fertilidad de tres grupos de hembras en diferente condición corporal, puestas en contacto con machos tratados. Buena CC= buena condición corporal, Regular CC= regular condición corporal, Baja CC=baja condición corporal.

De las 170 hembras utilizadas, solo se consideran las 85 hembras expuestas a machos tratados. Los porcentajes de fertilidad se aprecian en la figura 10. De las 40 hembras en buena CC 28 parieron (70% de fertilidad). En

el grupo regular CC parieron 12 de 15 (80% de fertilidad). Del grupo baja CC parieron 21 de 30 hembras que fueron expuestas (70% de fertilidad). La fertilidad se consideró buena y cumplió con los estándares nacionales a pesar de ser partos a partir de empadres en época de anestro y no utilizar tratamientos hormonales. En los tres grupos se reportaron hembras que abortaron, siendo de 4, 2 y 3 hembras de los grupos de buena, regular y baja (CC) condición corporal; respectivamente.

4.2.4. Prolificidad y peso al parto.

La prolificidad de los tres grupos de hembras en contacto con machos tratados se muestra en la figura 11. No se observó diferencia en el número de crías nacidas considerando la condición corporal de las hembras.

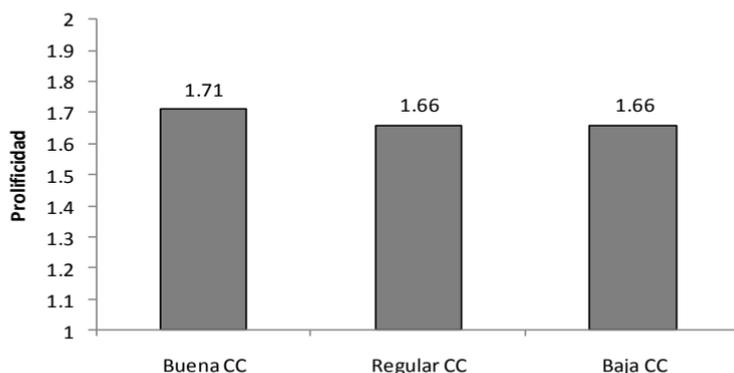


Figura 11. Prolificidad de tres grupos de hembras en diferente condición corporal, puestas en contacto con machos tratados. Buena CC= buena condición corporal, Regular CC= regular condición corporal, Baja CC=baja condición corporal.

En el cuadro 2, se muestra el desglose de partos de tres grupos de hembras, en donde se observa que no hubo diferencia en el peso al nacimiento en los tres grupos de hembras estudiados.

Cuadro 2. Total de partos y peso de las crías al nacimiento en cabras en diferente condición corporal expuestas a machos tratados con días largos.

CC	Total de partos	parto triple	parto doble	parto sencillo	prolificidad	P. parto (kg)
CC buena	28/40	1	18	9	1.71	3.306
CC regular	12/15	0	8	4	1.66	3.405
CC baja	21/30	0	14	7	1.66	3.206

El peso corporal de los machos no fue diferente entre, los dos grupos evaluados, encontrándose la misma ganancia de peso a lo largo del experimento (figura 7), pero no la misma conducta sexual (figura 8). Por lo que se puede decir que la alimentación no fue determinante para mediar la estacionalidad, pues ésta fue la misma para los grupos estudiados.

La intensidad del comportamiento sexual expresado de los machos tratados con días largos fue superior (figura 8) a los machos que solo percibieron las variaciones naturales del fotoperiodo, lo que permite postular que el tratamiento luminoso es el responsable directo de esta respuesta. En efecto, los resultados de este experimento concuerdan con lo reportado por Flores *et al*, (2000) y Delgadillo *et al*, (2002), quienes demostraron para la especie caprina, que los machos inducidos a una intensa actividad sexual mediante la utilización de 2,5 meses de días largos

(16 h de luz/día), a través de un tratamiento fotoperiódico, son más eficientes para estimular la ovulación de las cabras anéstricas en el efecto macho.

La respuesta estral de las cabras expuestas a machos tratados considerando la condición corporal no mostró diferencia ($P>0.05$) (figura 9). Todas las hembras (60/60) en contacto con macho tratado mostraron al menos un estro durante los 15 días de estudio ($P<0,001$) en comparación con las hembras en contacto con macho testigo donde solo tres de las hembras en contacto con machos testigos mostraron conducta estral. De las 60 cabras, 55 presentaron un ciclo estral corto ya que volvieron a presentar conducta estral y fueron montadas entre el día 6 y 15. La calidad del estímulo emitido por el macho es el responsable directo del reinicio de la actividad sexual de las cabras en anestro estacional (Delgadillo *et al.*, 2006), sin importar la condición corporal de las hembras, si bien en el grupo de cabras en baja condición corporal (figura 9) con macho tratado los primeros cinco días solo el 59,5 % mostró estro, al final del estudio no hubo ninguna diferencia. Lo anterior, contrasta con lo reportado por Rivas-Muños *et al.* (2010), quienes consignan que solo el 50% de cabras de la raza Alpina en baja condición corporal por restricción alimenticia), respondieron al estímulo del macho. Véliz *et al.* (2006), sugieren que el peso vivo es un buen indicador de la respuesta estral al efecto macho, ellos obtuvieron que solo el 63 % de las hembras del grupo ligero mostraron estro. Sin embargo los trabajos se realizaron en las condiciones de pastoreo de la Comarca Lagunera. Una probable explicación del “éxito” del efecto macho sin importar la condición corporal para estas latitudes, es que haya ocurrido una mejora en la cantidad y calidad de forraje que pastoreaba el grupo en baja condición corporal. De Santiago-Miramontes

et al. (2008) y Fitz-Rodríguez *et al.* (2009), mencionan que una mejora en la alimentación previa al efecto macho, mejora la respuesta estral de las hembras además de incrementar la tasa ovulatoria. La condición corporal de los grupos de cabras no tuvo influencia en la manifestación de conducta estral (figura 9), ni en la tasa de fertilidad (figura 10). En contra parte Mackey *et al.*, (1999) mencionan que la menor condición corporal reduce la respuesta a la presencia del macho, reduciendo el número de cabras que muestran celo pero no la fertilidad, de igual manera Mellado *et al.*, (1994) encontraron que en el ganado caprino, las hembras con una baja condición no responden al efecto macho como las cabras, con una alta condición (Mellado *et al.*, 1994).

Las cabras expuestas a machos tratados comenzaron a parir en septiembre cuando la temporada de lluvias ya está presente, y por ende existe una mayor disponibilidad de alimento favoreciendo el crecimiento del cabrito y la producción de leche, situación que no sucedió en las hembras expuestas a machos testigo. La tasa de parición obtenida bajo condiciones de pastoreo extensivo se consideran aceptables en comparación con lo recomendado por Esqueda *et al.*, 2009, además de que ésta variable no se vio afectada por la condición corporal de las cabras.

En este estudio la prolificidad de las hembras sometidas al efecto macho no se vio afectada por la condición corporal. Lo cual contrasta con lo encontrado por Mellado *et al.*, (2001), en donde sus resultados indican que una alta proporción de cabras preñadas en condiciones nutricionales desfavorables no mantienen la preñez.

V. CONCLUSIÓN.

El cambio tecnológico en sistemas marginales debe iniciar por el cambio en los problemas básicos como la alimentación y la reproducción. Siendo en este caso el efecto macho, un componente tecnológico que podría resolver el problema de la reducida productividad y del bajo ingreso de los caprinocultores. Con la adopción de un componente de tecnología como el que se presenta aquí, se tiene la posibilidad de reducir el anestro e incrementar la productividad animal, lo que repercutirá también en la producción láctea. Esto a su vez llevará a considerar otros componentes tecnológicos como el mejoramiento de la suplementación alimenticia y técnicas de transformación de leche en quesos y dulces, con lo que finalmente se puede obtener un valor agregado al producto lácteo caprino.

LITERATURA CITADA.

- Álvarez, L., Andrade, S., 2008. El efecto macho reduce la edad al primer estro y ovulación en corderas pelibuey. Arch. Zootec. 57 (217) 91-94.
- Álvarez, L., Ducoing, A.E., Zarco L.A., Trujillo, M.A. 1999. Conducta estral, concentraciones de LH y función lútea en cabras en anestro estacional inducidas a ciclar mediante contacto con hembras en celo. Vet. Mex. 30(1)
- Álvarez, L., Zarco, L. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. Vet .Mex. 32 (2):117-129.
- Bronson, F.H. Heideman P.D. 1994. Seasonal regulation of reproduction in mammals. En: knobil E, Neil JD, Editors. The physiology or reproduction. New York: Raven Press. p. 541-584.
- Camp, J.C., Wildt, D.E., Howard, P.K., Stuart, L.D. Chakraborty, P.K. 1983. Ovarian activity during normal and abnormal length estrous cycles in the goat. Biol. Reprod. 28:673-681.
- Carrillo, E., Véliz, F.G., Flores, J.A., Delgadillo, J.A. 2007. El decremento en la proporción macho – hembra no disminuye la capacidad para inducir la actividad estral en cabras anovulatorias. Tec. Pec. Mex. 45(3):319-328.
- Cerna, C, Porras, A., Valencia, MJ., Perera, G., Zarco, L. 2000. Effect of an inverse subtropical (19°13'N) photoperiod on ovarian activity, melatonin and prolactin secretion in Pelibuey ewes. Anim. Reprod. Sci. 60-61:511-525.
- 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. 1987. Possibilities for using bucks to simulate ovarian and oestrus cycles in ovulatory goats. Livestock Prod. Sci. 17:135-147.
- Chemineau, P., Pelletier, J., Guérin, Y., Colas, G., Ravault J.P., Toure, G., Almeida, G., Timonier, J., Ortavant, R., 1988a. Photoperiodic and

- melatonin treatments for the control of seasonal reproduction in sheep and goats. *Rep. Nutr. Dev.* 28 (2B) 409-422.
- Chemineau, P., Martin, G.B., Saumande, J., Normant, E. 1988b. Seasonal and hormonal control of pulsatile LH secretion in the dairy goats (*Capra hircus*). *J. Reprod. Fertil.* 83:91-98.
- 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., Baril, G., Delgadillo J.A., 1993. Control hormonal de la reproducción en el caprino. *Revista Científica. FCV-LUZ/3(3).* 197-210.
- Chemineau, P., Baril, G., Leboeuf, B., Maurel, M.C., Roy, F., Pellicer-Rubio, M. 1999. Implications of recent advances in reproductive physiology for reproductive management of goats. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 54: 129-142.
- Chenoweth, P.J. 1980. Libido and mating behavior in bulls, boars and rams: a review. *Theriogenology.* 16:155-177.
- Cordeiro, P.R.C. 1998. Sincronização de cio em cabras leiteiras com fotoperiodismo artificial. In: *Workshop sobre Pequenos Ruminantes*, 1, Nova Friburgo, 10 pp.
- Córdova- Izquierdo, A., Córdova-Jiménez, M.S., Córdova -Jiménez C.A., Guerra-Liera, J.E., 2008. Procedimientos para aumentar el potencial reproductivo en ovejas y cabras. *Rev. Vet.* 19(1):67-79.
- Delgadillo, J.A., Hocherau-de Revieries., Deveau, A., Chemineau, P. 1995. Effect of short photoperiodic cycles en male genital tract on testicular parameter in male goats. *Reprod. Nutr. Dev.* 35, 549-558.
- Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaune, D., Malpaux, B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical northern México. *Theriogenology.* 52:727-737.
- Delgadillo, J.A., Carrillo, E., Moran, J., Duarte, G., Chemineau, P., Malpaux, B. 2001. Induction of sexual activity of male Creole goats in subtropical

- northern México using long days and melatonin. *J. Anim. Sci.* 79:2245-2252.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpoux, B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J. Anim. Sci.* 80:2780-2786.
- 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 subtropico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. *Vet. Mex.* 34(1)69-79.
- Delgadillo, J.A., Cortez, M.A., Duarte, G., Chemineau, P., Malpoux, B., 2004. Evidence that the photoperiod controls the anual changes in testosterone secretion, testicular and body weigth in subtropical male goats. *Reprod. Nutr. Dev.*, 44. 183-193.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Véliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Hernández, H., Fernández, I.G. 2006. Importance of signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. *Reprod. Nutr. Dev.* 46 :391-400.
- Delgadillo, J.A., Vielma, J., Flores, J.A., Véliz, F.G., Hernández, H. 2008. La calidad el estímulo emitido por el macho determina la respuesta de las cabras sometidas al efecto macho. *Tropical and Subtropical Agroecosystems.* 9: 39-45.
- Delgadillo, J.A., Gelez, H., Ungerfeld, R., Hawken, A.R.P., Martin, B.G. 2009. The male effect in sheep and goats - Revisiting the dogmas, *Behavioral Brain Research* 200 304-314.
- De Santiago- Miramontes, M.A., Rivas-Muños, R., Muñoz-Gutiérrez, M., Malpoux, B., Scaramuzzi, R.J., Delgadillo, J.A. 2008. The ovulation rate in anoestrous female goats managed under grazing conditions and exposed to the male effect is increased by nutritional supplementation. *Anim. Reprod. Sci.* 105(3-4):409-416.
- Duarte, G., Flores, J.A. Malpoux, B., Delgadillo, J.A., 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Dom. Anim. Endocrinol.*35:362-370.

- Duarte, G., Nava-Hernández, M.P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2010. Ovulatory activity of female goats adapted to the subtropics is responsive to photoperiod. *Anim. Reprod. Sci.* 120: 65-70.
- Echavarría-Chairez, F. G., Gutierrez-Luna, R., Ledesma-Rivera, R. I., Bañuelos-Valenzuela, R., Aguilera-Soto., J. I., Serna-Pérez, A. I. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semi árido Zacatecano. *Tec. Pecu. Méx.* 44(2):203-217.
- Escobar, F.J., Zarco, Q.L., Valencia, M.J.1997. Efecto del fotoperiodo sobre la estacionalidad reproductiva de la cabra criolla en México. En: XXII Reunión Anual. Academia de Investigación en Biología de la Reproducción AC, 247-257.
- Esqueda, C.M., Gutiérrez R. E., 2009. Producción de ovinos de pelo bajo condiciones de pastoreo extensivo en le norte de México. INIFAP. Centro de investigación regional norte centro sitio exp. La campana. Libro técnico No 3
- <http://faostat.fao.org/site/573/DesktopDefault.aspx?PageID=573#ancor>
- Fabre-Nys, C., Poindron, P. Signoret, J.P. 1990. Reproductive behavior. In: "World Animal Science" serie B9, King GJ. Ed. Elsevier Publ. Vol. 14. Cap. 7 pp: 147-194.
- Fitz-Rodriguez, G., De Santiago-Miramontes, M.A., Scaramuzzi, R.J., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2009. Nutritional supplementation improves ovulation and pregnancy rates in female goats managed under natural grazing conditions and exposed to male effect. *Anim. Reprod. Sci.* 116:85-94.
- Flores, J.A., Véliz, F.G., Pérez-Villanueva, J.A., Martínez de Escalera, G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J. A. 2000. Male reproductive condition is the limit factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrous in female goats. *Biol. Reprod.* 62:1409-1414.
- Flores-Nájera, M.J., Echavarría-Cháirez, F. G., Salinas-González, H. 2005. GGAVATT, Caprinocultores de panuco integración y diagnóstico estático. Centro de investigación regional norte-centro. INIFAP. Campo Experimental Zacatecas. Folleto para productores No 32.

- González, S .C. García, C., Castillo, J. 1974. Actividad sexual estacional y fertilidad en cabras de razas puras de una zona tropical de Venezuela. *Ciencias veterinarias Maracaibo*.4 (4):223-247.
- Gutiérrez, R., Echavarría, F.G., Salinas, H., Amador, M.D., Flores, M.J. Flores, M.A. 2006. Producción caprina bajo pastoreo rotacional diferido y continuo. Folleto científico núm. 9. INIFAP, Calera de V.R., Zacatecas.
- Hammoundi, S. M., Ait-Amrene, A., Belhamiti, T.B., Khiati, B., Niar, A., Guetarni, D.2010. Seasonal variations of sexual activity of local bucks in western Algeria. 9(3):362-368.
- INEGI. 2008. VII censo agrícola, ganadero y forestal 2007. Disponible: inegi.org.mx.
- Karsch, J.F., Robinson, J.E., Celia, J.I. W., Morton, B.B. 1989. Circannual cycles of luteinizing hormone and prolactin secretion in ewes during prolonged exposure to a fixed photoperiod: Evidence for an endogenous reproductive rhythm. *Biol. Reprod.* 41:1034 – 1046.
- Martin, G. B., Milton, J. T. B., Davidson, R. H., Banchemo, G. E., Lindsay, D. R., Blache, D. 2004. Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. *Anim. Reprod. Sci.* 82-83:231-245.
- Martin G.B., Kadokawa H. 2006. "Clean, Green and Ethical" Animals Production. Case Study: Reproductive Efficiency in Small Ruminants. *J. Rep. Dev.* 52, (1):145-152.
- Mackey, D.R., Sreenan, J.M., Roche, J.F. Diskin, M.C.1999. Effect to acute nutritional restriction on incident of anovulation and periovulatory estradiol and gonadotropina in concentrations in beef heifers. *Biol.Reprod.*61:1601-1607.
- Malpaux, B., Chemineau, P., Pelletier, P. 1993. Melatonin and reproduction in sheep and goats. In *Melatonin: biosynthesis, physiological effect and clinical application*, Yu H.S., Reiter R.S. (Eds), Boca Raton, F.L. CRC Pres. 253-287.
- Mellado, M., Vera, A., Loera, H. 1994. Reproductive performance of crossbred goats in good or por body condition exposed to bucks before breeding. *Small. Rum. Res* 14(1):45-48.

- Mellado-Bosque, M., Gonzalez-Rodríguez, H., Garcia-Martinez, J.E. 2001. Características corporales, número de partos y de fetos como factores de riesgo del aborto de cabras en agostadero. *Agrociencia* 35(3):355-361.
- Mellado, M. 2008 Técnicas para el manejo reproductivo de las cabras en agostadero. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 9: 47–63
- Olhagaray-Rivera, C. E., Espinoza-Arellano, J. J. 2007. Producción y comercialización de la leche de cabra en el GGAVATT-INIFAP “Juan E. García” del municipio de Lerdo Dgo. *Revista mexicana de Agronegocios*. 11(20):308-311.
- Pearce, G.P. y Oldham, C.M., 1988. Importance of non-olfactory ram stimuli in mediating ram-induced ovulation in the ewe. *J.Reprod.Fertil.*84:333-339.
- Rivas-Muñoz R, Fitz-Rodríguez, G. Poindron, P. Malpoux B and Delgadillo J.A. 2006. Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous or discontinuous exposure to males. *J Anim. Sci*, 85:1257-1263.
- Rivas-Muñoz, R., Carrillo, E., Rodríguez-Martínez, R., Leyva, C., Mellado, M., 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. *Anim. Health Prod.* 42, (6):1285-1289.
- Rivera, G.M., Alanís, G.A., Chaves, M.A., Ferrero, S.B., Morello, H.H. 2002. Seasonality of estrus and ovulation in Creole goats of Argentina. *Small Rumin. Res.* 48:109-117..
- Restall, B.J. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim. Reprod. Sci.* 27: 305-318.
- Rodríguez Castillo J. del C., García Winder M., Pro Martínez, A., Sánchez Gallegos J., 2001. Duración del Anestro en Ovejas del Altiplano Mexicano. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 9(2):86-90.
- Salinas, H., Quiroga, M., Sáenz, P., Martínez, M., Guerrero, A., Espinoza, J., Cano, J. F., Ávila, J. L. 1990. Sistemas de producción caprina en México. Ruiz, A. Ruiz, M. E., Informe IX Reunión General. Rispal. San José, Costa Rica.

- Salinas, H., Ávila, J.L., Falcón, A., Flores, R. 1991. Factores limitantes en el sistema de producción de caprinos en Zacatecas, México. Turrialba 41:47-52. San José, Costa Rica
- Salinas, H. 1995. Análisis de sistemas de producción agropecuarios e intervención tecnológica (tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Salvador, I., Gómez, E.A., Silvestre, M.A. 2008. Inseminación artificial en la raza murciano-granadina. Mundo ganadero. Rep. Peq. Rum. 56-58.
- Sánchez-Rodríguez, M., Aparicio-Olivier, D., Cárdenas-Baena, J. M., Martín-Martín, C. 2005 Resultados económicos de la desestacionalización reproductiva en caprino lechero. En XXX jornadas científicas y IX internacionales de la sociedad española de ovinotecnia y caprinotecnia. Granada, 28-30 septiembre y 1 octubre. Producción ovina y caprina Nº XXX. Editores Alcalde-Aldea. M.J., Herrera-García, M., Miranda-Pinilla, A., López-Ewert, B., Valera-Córdoba, M.M., González-Redondo, P., Delgado-Pertiñez, M., 463-466.
- Saenz-Escarcega, P., Hoyos, G., Salinas, G., Martínez, M., Espinosa, J., Guerrero, A., Contreras, E. 1991. Establecimiento de módulos caprinos con productores cooperantes. En: evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera. Editor Flores, S. INIFAP. Torreón, Coah. México. 124-134.
- Shelton, M. 1980. Goats: influence of various exteroceptive factors on initiation of estrus and ovulation. International Goat and Sheep Research. 1:156-162.
- Sicilia, J., Capote, J., Arguello, A., Fresno, M.R. 2007. Caracterización racial de la conducta sexual en chivos canarios. Arch. Zootec. 56(1):571-575.
- http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=21&Itemid=330
- Trejo Gonzales Arturo A. 1998. Evaluación reproductiva de caprinos y ovinos. En: Ruiz, E.M., Rivera, B., Ruiz, A (edit.). Reproducción animal: Métodos de Estudio en Sistemas. EDIT. Rispal. San José, Costa Rica.

- Underwood, E.J., Shier, F.L. Davenport, N. 1944 Studies in sheep industry in Western Australia. V. The breeding season of Merino crossbred and British breed in the agricultural districts. J. Dep Agric. Wes. Aust. 11(2):135-143.
- Ungerfeld, R., Forsberg, M., Rubianes, E., 2004. Overview of the response of anoestrus ewes to the ram effect. *Reprod. Fertil. Dev.* 16(4); 479-490.
- Urrutia-Morales, J., Gámez-Vásquez, H.G., Ramírez- Andrade, B.M. 2003. Influencia del pastoreo restringido en el efecto macho en cabras en baja condición corporal durante la estación de anestro. *Tec. Pec. Méx.* 41(3):251-260.
- Véliz, FG., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, JA., 2006. Positive correlation between the body weight of anoestrous goats and their response to the male effect with sexually active bucks. *Reprod. Nutr. Dev.* 46 (2006) 657-661.
- Walkden-Brown, S.W., Norton, B.W., Restall, B.J., 1994. Seasonal variation in voluntary feed intake in cashmere buck fed an 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 factors affecting reproduction. In: *International Conference of Goats*. Beijing, China. pp.762-775. International Goat Association: Amsterdam
- Walkden-Brown, S.W., Martin, G.B., Restall, B.J., 1999. Role of male-female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 52, 243-257.
- Wodzicka-Tomaszewska, M., Kilgour, R., Ryan, M. 1981 "libido" in the larger farm animals: a review. *Appl. Anim. ethology.* 7:203-238.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Produce Zacatecas A.C.
Por el apoyo financiero al proyecto

“Validación de técnicas de manejo reproductivo en
hatos de caprinos”
Del cual se desprende esta publicación

Al Fondo Mixto CONACYT – Gobierno del Estado de
Zacatecas

Por el apoyo financiero al proyecto
“Establecimiento y Validación de un Prototipo de
producción integral caprino para elevar la rentabilidad
de los sistemas de producción”
Del cual se desprende la siguiente publicación.

A los señores Calixto González Navarro e Ismael Pérez Cancino, de la comunidad de Casa de Cerros. Y al señor Antonio Estupiñan Campos de la comunidad, Los Ramírez, Río Grande, Zac. Por facilitar las cabras para el trabajo de investigación.

REVISIÓN TÉCNICA

Dr. en C. Rómulo Bañuelos Valenzuela
Dr. en C. Romana Melba Rincón Delgado

DISEÑO DE PORTADA

M.C. Juan Carlos López García

Grupo Colegiado del CEZAC

Presidente: Dr. Jaime Mena Covarrubias
Secretario: Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez
Comisión Editorial y Vocal: Dr. Alfonso Serna Pérez
Vocal: Dr. Mario Domingo Amador Ramírez
Vocal. Dr. Guillermo Medina García
Vocal: Ing. Manuel Reveles Hernández

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de
diciembre de 2011 en la Imprenta Mejía, Calle Luis Moya No. 622
C.P. 98500, Calera de V.R., Zac. México
Tel. (478) 98 5 22 13

Su tiraje consto de: 500 ejemplares

DIRECTORIO

CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

Dr. Francisco G. Echavarría
Cháirez

Director de Coord. y Vinculación

PERSONAL INVESTIGADOR

M.C. Ma. Dolores Alvarado Nava	Valor Agregado
Dr. Mario Domingo Amador Ramírez	Sanidad Vegetal
I.T.A. Juan José Figueroa González	Frijol
M.C. Manuel de Jesús Flores Nájera	Caprinos y Ovinos
Dr. Miguel Ángel Flores Ortiz	Pastizales y Forrajes
Dr. Ramón Gutiérrez Luna	Pastizales y Forrajes
M.C. Juan Carlos López García	Caprinos y Ovinos
Dr. Guillermo Medina García	Modelaje
M.C. Enrique Medina Martínez	Maíz y Frijol
M.C. Valentín Melero Meraz	Frutales
Dr. Jaime Mena Covarrubias	Sanidad Vegetal
M.C. Nadiezhda Y.Z. Ramírez Cabral	Modelaje
Ing. Manuel Reveles Hernández	Hortalizas
Dr. Luis Roberto Reveles Torres	Recursos genéticos
M.C. Francisco Rubio Aguirre	Pastizales y Forrajes
Ing. Ricardo A. Sánchez Gutiérrez	Bioenergéticos
M.C. Blanca I. Sánchez Toledano	Socioeconomía
Dr. Alfonso Serna Pérez	Suelo y Agua
Ing. Miguel Servín Palestina	Suelo y Agua
Dr. Rodolfo Velásquez Valle	Sanidad Vegetal
Ing. Ma. Guadalupe Zacatenco González	Frutales Caducifolios
M.C. Román Zandate Hernández	Frijol
Dr. Jorge A. Zegbe Dominguez	Frutales Caducifolios



Vivir Mejor

www.gobiernofederal.gov.mx
www.sagarpa.gov.mx
www.inifap.gov.mx



inifap

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias