

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**ESTACIONALIDAD DE LA PRODUCCIÓN ESPERMÁTICA  
DE LOS MACHOS CABRÍOS DE LA RAZA ALPINO DEL  
NORTE DE MÉXICO**

**POR:**

**DALIA ELENA CASTAÑEDA ALDAY**

**TESIS:**

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

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**


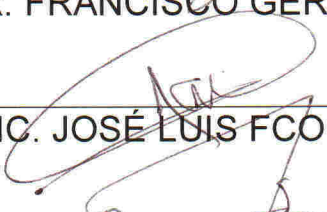
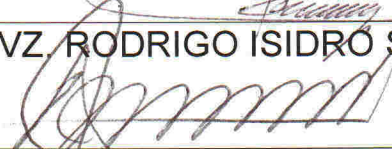
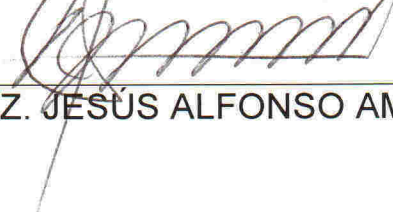
**DICIEMBRE, 2008**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**JURADO**

PRESIDENTE	 DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS
VOCAL	 MC. JOSÉ LUIS FCO. SANDOVAL ELIAS
VOCAL	 MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO
VOCAL SUPLENTE	 MVZ. JESÚS ALFONSO AMAYA GONZÁLEZ

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**DICIEMBRE, 2008**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**ESTACIONALIDAD DE LA PRODUCCIÓN ESPERMÁTICA  
DE LOS MACHOS CABRÍOS DE LA RAZA ALPINO DEL  
NORTE DE MÉXICO**

**POR:**

**DALIA ELENA CASTAÑEDA ALDAY**

**ASESOR PRINCIPAL**

---

**DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**DICIEMBRE, 2008**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**ESTACIONALIDAD DE LA PRODUCCIÓN ESPERMÁTICA  
DE LOS MACHOS CABRÍOS DE LA RAZA ALPINO DEL  
NORTE DE MÉXICO**

**POR:**

**DALIA ELENA CASTAÑEDA ALDAY**

**ASESOR PRINCIPAL**

  
**DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS**

**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

  
**M.C. JOSÉ LUIS FCO. SANDOVAL ELÍAS**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**DICIEMBRE, 2008**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**



**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**ESTACIONALIDAD DE LA PRODUCCIÓN ESPERMÁTICA  
DE LOS MACHOS CABRÍOS DE LA RAZA ALPINO DEL  
NORTE DE MÉXICO**

**TESIS**

**POR:**

**DALIA ELENA CASTAÑEDA ALDAY**

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

**ASESOR PRINCIPAL:**

**DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS**

**ASESORES:**

**DR. EVARISTO CARRILLO CASTELLANOS  
M.C. JOSÉ LUIS FCO. SANDOVAL ELÍAS  
MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO  
MVZ. JESÚS ALFONSO AMAYA GONZÁLEZ**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**DICIEMBRE, 2008**

## *Dedicatorias*

*Primeramente a mi Padres:*

*Ignacio Castañeda Hernández  
Rosa Alday de Castañeda*

*Por darme su completa confianza y su apoyo incondicional tanto moral como económico en los momentos difíciles y equívocos a lo largo de estos años en esta aventura fuera de casa.*

*A mis Hermanos:*

*Ignacio Castañeda Alday  
Rosa Margarita Castañeda Alday  
Violeta Alejandrina Castañeda Alday  
Erwin Arnoldo Castañeda Alday*

*A mis hermanos mayores por escucharme en el momento en que lo necesite y por su apoyo económico. A mis hermanos menores por lo agradable que nos la pasábamos en vacaciones.*

*Y con mucho amor este trabajo se lo dedico a un amigo Miguel Ángel García Rodríguez que ya no esta conmigo pero sé que le daría mucha alegría verme finalizar mi carrera.*

# *Agradecimientos*

*Principalmente al Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras, por su apoyo en la elaboración de mi tesis, por su tiempo que dedico a este trabajo, por sus consejos, por compartir sus conocimientos y por permitirme ser su tesista. Muchas Gracias.*

*Al Instituto Tecnológico de Torreón agradecerle el préstamo sus instalaciones para la realización de este estudio.*

*A mis compañeros y amigos que aprendimos el valor de la amistad y compañerismo tanto dentro de la escuela como fuera de ella.*

*A mi novio y compañero de la vida José Francisco Aguilar Leyva por aguantar mi carácter y apoyarme siempre. Te amo.*

*Al jurado y a los asesores que participan en este trabajo y la revisión de esta tesis.*

## ***A MI ALMA TERRA MATER***

*Por darme la oportunidad de ser parte de ella y por permitir culminar con éxito mi sueño de superación y con ello poder enfrentarme a la vida laboral.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Estacionalidad reproductiva.....	3
2.1.1. Razas de zonas templadas.....	3
2.1.2. Razas de zonas subtropicales.....	4
2.1.3. Razas de zonas tropicales.....	5
2.2. Temperatura ambiental.....	6
2.3. Fotoperiodo.....	7
2.4. Nutrición.....	8
2.5. Interacción social.....	9
OBJETIVO.....	12
HIPOTESIS.....	13
III. MATERIALES Y METODOS.....	14
3.1. Lugar del experimento.....	14
3.2. Animales del estudio.....	14
3.3. Alimentación.....	15
3.4. Manejo.....	15
3.5. Alojamiento de animales.....	15
3.6. Periodo de estudio.....	16
3.7. Variables determinadas.....	16
3.7.1. Producción espermática.....	16



3.7.2. Porcentaje de rechazo.....	17
3.7.3. Número total de espermatozoides por eyaculado.....	17
3.7.4. Calidad del semen.....	18
3.7.4.1. Motilidad.....	18
3.7.4.2. Viabilidad.....	18
3.7.4.3. Volumen.....	18
3.8. Análisis de datos.....	19
IV. RESULTADOS.....	20
4.1. producción espermática.....	20
4.2. Rechazos al eyaculado.....	20
V. DISCUSIÓN.....	26
VI. CONCLUSIÓN.....	29
VII. REFERENCIAS.....	30

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar las variaciones en la calidad espermática durante el año de los machos Alpinos del norte de México. Se utilizaron 11 machos de la raza Alpino de la Comarca Lagunera. Los cuales estuvieron sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo de la Comarca Lagunera (13:41 h/luz durante el solsticio de verano y 10:19 h/luz en el solsticio de invierno), y su alimentación fue a base de heno de alfalfa (17 % PC) a libre acceso y 200 g de concentrado comercial (14 % PC) por día y por animal durante todo el período experimental (diciembre a septiembre). La motilidad y viabilidad disminuyeron a menos de 1.5 (escala de 1-5) y menos del 25 % de enero a mayo respectivamente, mientras que de julio a septiembre fue más de 2.5 y más del 40 % respectivamente. El volumen seminal fue alrededor de 0.2 ml/eyaculado de febrero a julio, mientras que este fue alrededor de 0.6 ml/eyaculado en los meses de agosto y septiembre. El porcentaje de rechazos al eyaculado fue mayor al 40 % de febrero a mayo, mientras que este disminuyó a menos del 20 % en agosto y septiembre. El ANOVA reveló un efecto del tiempo en todas estas variables ( $P < 0.05$ ). Los resultados del estudio sugieren que los machos Alpinos del norte de México muestran importantes variaciones en la calidad espermática durante el año.

**Palabras clave:** Caprinos, Alpinos, Reproducción, Estacionalidad, Espermatozoides.

## I. INTRODUCCIÓN

La actividad reproductiva de los animales domésticos puede ser influenciada por varios factores como son: la raza, la localización, el fotoperiodo y la alimentación entre otras (Ibrahim, 1997; Zamiri y Haidari, 2006). La actividad sexual anual de las cabras ha sido estudiada en varias razas y en varias regiones (Ahmed *et al.*, 1997; Al-Ghalban *et al.*, 2004; Chemineau *et al.*, 1992). Sin embargo, la información que se tiene en muchos aspectos de la actividad reproductiva es escasa y en muchos casos solamente se tienen las características de las locales y de las razas puras en sus regiones de origen. En los machos de las razas Alpino y Saanen de las zonas templadas (45° N, la duración del día en el solsticio de invierno es aproximadamente de 9 h de luz y en el solsticio de verano es de 18 h de luz) muestran una marcada estacionalidad reproductiva. Estos machos mantenidos en condiciones naturales, el comportamiento sexual dependiente de la secreción de testosterona disminuye durante la primavera y el verano (Delgadillo, 2005). En este periodo, el volumen del eyaculado disminuyen, igualmente el número total de espermatozoides/ml se reduce (Delgadillo, 2005). En estos animales el fotoperiodo es el principal factor del medio ambiente que sincroniza la actividad sexual (Delgadillo, 2005). En los machos cabríos locales del subtrópico de México (26° N), el periodo de reposo sexual se extiende de enero a mayo, mientras que en las hembras, el periodo de anestro se extiende de marzo a julio (Delgadillo *et al.*, 2003). En estos animales el fotoperiodo también es el principal factor del medio ambiente que sincroniza la actividad sexual (Malpoux *et al.*, 1999). Sin embargo, en el norte subtropical de México (26° N), las variaciones

naturales del fotoperiodo de la región son más moderadas (13 h 41 min de luz en el solsticio de verano y 10 h 19 min en el solsticio de invierno) (Delgadillo *et al.*, 1999), comparadas con las latitudes templadas, además que en regiones subtropicales la nutrición puede influir en la actividad reproductiva de los caprinos y ovinos (Walkden-Brown *et al.*, 1994). Por ejemplo, en los machos cabríos Cashmere de Australia (28° S), la subalimentación provoca un retraso en el inicio de la actividad sexual, indicado por un tardío incremento del peso testicular, de la secreción de testosterona y del olor sexual en comparación con los machos bien alimentados (Walkden-Brown *et al.*, 1994). Por lo anterior es posible que la producción espermática anual de los machos de la raza Alpino sea diferente a los caprinos locales de la Comarca Lagunera o de otras regiones.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

La mayoría de los mamíferos demuestran un modelo estacional en su actividad reproductiva eso fue formado por cambios estacionales en sus hábitat. La estacionalidad en las ovejas y cabras puede ser medido por el cambio en el peso de sus ovarios a lo largo del año como un resultado de la presencia o ausencia del cuerpo luteo y la variación en el numero de los folículos eso modifica los tipos y niveles de hormona esteroide secretada (Garcia *et al.*, 2002; Gonzalez-Bulnes *et al.*, 2000). Semejantemente, en el carnero y macho cabrío la estacionalidad en la actividad sexual se demuestra por los cambios en el diámetro de los testículos y el nivel de la secreción de las hormonas gonadotropinas (Gündogan *et al.*, 2002).

### 2.1. Estacionalidad reproductiva

#### 2.1.1. Razas de zonas templadas

Las razas de ovinos y caprinos de zonas templadas presentan una estacionalidad en su actividad reproductiva (Lindsay, 1991) y es caracterizada por la alternancia de un periodo de actividad sexual en otoño e invierno y un periodo de reposo sexual en primavera y verano (Yeates, 1949), en el macho por ejemplo, en este ultimo periodo la cantidad y calidad de semen disminuye, pero la espermatogénesis ni el comportamiento reproductivo se inhiben completamente (Pelletier y Ortavant, 1972; 1975). En los moruecos de la raza Ile-de-France la

producción espermática varía a lo largo del año, así la producción diaria es cuatro veces mayor en otoño que en primavera (Dacheux *et al.*, 1981).

En los machos cabríos Alpinos de las zonas templadas (45° N) mantenidos en condiciones naturales, la estación sexual inicia en septiembre y termina en enero (Delgadillo *et al.*, 1991). En los animales de las zonas templadas el fotoperiodo es el principal factor del medio ambiente que sincroniza la actividad sexual (Malpaux *et al.*, 1999). En esta latitud la duración del día en el solsticio de invierno es aproximadamente de 9 h de luz y de 18 h de luz en el solsticio de verano (Malpaux *et al.*, 1999).

### **2.1.2. Razas de zonas subtropicales**

La estacionalidad reproductiva es observada en algunas razas de cabras originarias o adaptadas a latitudes subtropicales (25- 40°) (Delgadillo *et al.*, 2003). Sin embargo, la duración del periodo de actividad sexual en los caprinos es muy variable, y depende del sexo, la raza, el fotoperiodo, y la alimentación (Delgadillo *et al.*, 2003; Martin *et al.*, 2004). Los machos de la raza Cashmere en Australia (29° S) mostraron considerables variaciones estacionales del peso testicular provocadas por las variaciones de la actividad espermatogénica, lo cual a su vez induce variaciones en la producción total de espermatozoides, así mismo estos machos exhiben considerables variaciones estacionales en la actividad de las glándulas sebáceas ubicadas alrededor de los cuernos así como la intensidad del olor (Walkden-Brown *et al.*, 1994.). En la Comarca lagunera los machos cabrios

criollos manifiestan también una estacionalidad en su actividad reproductiva los cuales presentan un periodo de reposo sexual que se extiende de enero a abril. (Delgadillo *et al.*, 2004). Así las concentraciones plasmáticas de testosterona se incrementan desde mayo y permanecen elevadas hasta diciembre éstas variaciones inducen variaciones similares de la libido de igual manera el peso testicular así como la producción espermática cuantitativa y cualitativa son elevadas durante el periodo de actividad sexual (Delgadillo *et al.*, 1999).

Estos datos indican que la disponibilidad de alimento no es el factor principal que regula la actividad sexual anual de los machos de esta raza como fue sugerido por Sáenz-Escárcega *et al.* (1991). Las variaciones del fotoperíodo de la Comarca Lagunera son el principal factor del medio ambiente que determina el ciclo anual de reproducción de los machos locales (13:41 h/luz durante el solsticio de verano y 10:19 h/luz durante el solsticio de invierno).

### **2.1.3. Razas de zonas tropicales**

En las zonas tropicales los cambios fotoperiódicos no son tan marcados, lo que ocasiona que los caprinos se reproduzcan en cualquier época del año, siendo la disponibilidad de alimento el principal factor medioambiental que regula la actividad reproductiva (Bronson y Heideman, 1994).

En las razas que se desarrollan cerca del ecuador la alimentación puede ser un indicador o señal a largo plazo que determina la reproducción estacional (Martin y

Hunziker, 1999). En efecto, en los machos cabrios criollos de la isla de Guadalupe en el Caribe no existen variaciones estacionales del peso testicular, del comportamiento sexual ni de la producción espermática (Martin y Hunziker, 1999).

## **2.2. Temperatura ambiental**

La temperatura es un factor medioambiental que también puede influir en la actividad reproductiva de las ovejas y cabras. Por ejemplo, la temperatura alta del medio ambiente puede causar la disminución de la fertilidad. Sin embargo, la reacción específica puede depender del grado en que la temperatura aumenta. Los óvulos de las hembras bajo temperaturas ambientales altas pueden ser afectados directamente antes de la fertilización, pero menos severo o temperaturas variables pueden traer un cambio en el ambiente uterino tal para causar la muerte del embrión antes del tiempo de implantación. En los machos la espermatogénesis y otras características espermatológicas son afectadas por altas temperaturas. En un estudio por Gündogan y Demirci (1999) el examen histopatológico de los testículos demostraron que había degeneración y descamaciones en el epitelio germinativo 23 días después de un aumento en la temperatura escrotal calentando por 4° C (Gündogan y Demirci, 1999).

## **2.3. Fotoperiodo**



El fotoperiodo es la principal señal que controla los patrones estacionales de las razas de cabras y ovejas de las zonas templadas (vea las revisiones: Ortavant *et al.*, 1985; Hansen, 1985, Pelletier, 1987). Se reporto que los días largos (LD) son inhibitorios y los días cortos (SD) estimulatorios de la actividad sexual (Lincoln y Short, 1980; Karsch *et al.*, 1984). Sin embargo, los días cortos (fotoperiodo estimulatorio), puede estimular indefinidamente la actividad sexual de una manera permanente (Ortavant *et al.*, 1964; Ducker *et al.*, 1973).

Las ovejas se consideran razas de días cortos por que la actividad reproductiva comienza en respuesta hacia la disminución de la longitud de los días luz, y son clasificadas como poliestricas estacionales. Normalmente las hembras dejan de exhibir estro por que se preñan o el periodo reproductivo finaliza. Aunque la temperatura y la presencia del macho influyen en la estacionalidad del ciclo estral, se piensa que el efecto del fotoperiodo es el más importante (Malpaux *et al.*, 1999). Las ovejas de zonas templadas exhiben variaciones estacionales en la actividad reproductiva que son controlados por el ciclo fotoperiódico anual. La iluminación artificial para cambiar la porción normal de luz a oscuridad se ha utilizado para adelantar el periodo de reproducción de ovejas (Knights *et al.*, 2001b; Stellflug *et al.*, 1994).

La información fotoperiódica es llevada a través de varias terminaciones nerviosas de la retina a la glándula pineal donde la señal de la luz es traducido a un ciclo diario de secreción de melatonina: alta por la noche, baja por el día. La regulación del fotoperiodo ha mejorado el tratamiento inducción-estro combinando

iluminación artificial con estimulación gonadotrópica (Reisenberg *et al.*, 2001; Webb *et al.*, 1999).

El fotoperiodo parece ser el factor principal controlando de la actividad reproductiva. Esta influencia del fotoperiodo parece ser ejercida a través de la modulación hipotalámica de la descarga pulsátil de las gonadotropinas de la pituitaria. La melatonina (una hormona pineal) media la respuesta a los cambios en el fotoperiodo en ovejas y cabras. Los niveles de melatonina son altos durante los periodos de oscuridad y bajos durante periodos de luz. Estas diferencias en el modelo de la secreción de la melatonina actúan como señal indicando la longitud del día en el eje neuroendocrino (Thiery *et al.*, 2002).

#### **2.4. Nutrición**

Una pobre nutrición puede tener efectos profundos en la función reproductiva de las ovejas, con efectos perjudiciales consecuentes en la eficiencia de producción (Whitley, 2000). El inicio del ciclo del óvulo está influenciado por la dieta (Mitchell *et al.*, 2002). Una práctica común en ovejas para sincronizar y aumentar la tasa ovulatoria de las ovejas es la suplementación justo antes y durante el periodo de empadre. Se pensaba que la suplementación de las ovejas se estimulaba más la ovulación durante el periodo de reproducción, pero el beneficio es pequeño probablemente durando la mitad de la estación. La suplementación varias semanas antes del periodo reproductivo aumenta el número de corderos

gemelos e inclusive trillizos. En carneros se sabe también que la nutrición afecta la espermatogénesis y otras características del semen (Clarke, 2001).

La nutrición parece ser el principal efector pulsátil de la descarga de la hormona luteinizante (LH). El plano de la nutrición puede modificar al parecer el efecto de los sistemas dopaminérgico y serotoninérgico en la inhibición de esteroide dependiente de la secreción de la LH a lo largo del anestro. La nutrición puede influenciar un ramo entero de parámetros reproductivos incluyendo la iniciación del ciclo estral después del parto, modelos de crecimiento folicular, proporción de ovulación, supervivencia de los embriones y tamaño de la camada (Forcada *et al.*, 2002).

## **2.5. Interacción social**

A pesar de las dificultades de manejar el fotoperiodo, la temperatura ambiental y la nutrición, surge el otro factor importante en el control de la actividad reproductiva que es las interacciones socio-sexuales, el cual es una herramienta útil, especialmente en dirección de técnicas reproductivas que faciliten la iniciación de las hormonas reproductivas (Rekwot *et al.*, 2001). Algunos métodos feromonales han estado en uso durante muchos años como resultado de su viabilidad (Hudgens *et al.*, 1987; Perkins y Fitzgerald, 1994).

La observación de la introducción de un carnero al rebaño reproductivo en el comienzo del periodo reproductivo resultó en sincronización parcial de la ovulación

en ovejas varios días después, llevado a la investigación de lo que ha sido el termino “choque carnero” o “efecto carnero”. El efecto carnero incluyo la separación de carneros del rebaño de las ovejas y su reintroducción después de 3-4 semanas o dos meses (Hudgens *et al.*, 1987; Perkins y Fitzgerald, 1994).

Igualmente, las hembras en estro pueden influir en la duración de la estación reproductiva de los machos cabríos. En efecto, Howland *et al.* (1985), mencionan que los machos caprinos Pigmeos que tiene continuamente contacto con hembras en estro durante todo el año, incrementan sus niveles de testosterona y LH en el mes de junio, mientras que en los machos que no tienen contacto con hembras, este incremento se retarda hasta el mes de agosto. En cambio, el final de la estación reproductiva no es influenciado ya que en los dos casos termina en el mes de diciembre. En los carneros Ile-de-France, la exposición de hembras en estro durante la estación sexual, estimula la secreción de testosterona y aumenta la pulsatilidad de LH (González *et al.*, 1988). Por lo anterior, podemos concluir que las relaciones sociales influyen también en el desarrollo del ciclo anual de reproducción de los caprinos y ovinos (Hoffman *et al.*, 1972; Saumande y Rouger, 1972).

En el norte de México, existen trabajos que nos indican que tanto machos como en las hembras Criollos de la región muestran un patrón de reproducción estacional. Sin embargo, no existe ningún trabajo que nos indique las variaciones estacionales de la calidad seminal de los machos cabríos de la raza Alpino del norte de México.



## **OBJETIVO**

El objetivo de la presente investigación fue determinar las variaciones en la calidad espermática durante el año de los machos Alpinos del norte de México.

## **HIPÓTESIS**

Los machos Alpinos del norte de México muestran importantes variaciones en la calidad espermática durante el año.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar del experimento**

El estudio aquí presentado se realizó en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Torreón (26°23' Latitud Norte y longitud, 104°47' Oeste), que se encuentra en el municipio de Torreón, Coahuila, México. Esta localidad forma parte de la Comarca Lagunera de Coahuila, la cual está situada a una altitud que varía de 1100 a 1400 msnm. La Comarca Lagunera presenta un clima semidesértico, la precipitación pluvial en esta región es de 230 mm en promedio. La temperatura tiene un promedio anual de 20° C, mostrando una mayor intensidad de 37° C entre los meses de mayo y agosto, y en los meses de diciembre y enero la temperatura promedio es de 6° C (Estación Meteorológica Torreón, Coahuila, México)

#### **3.2. Animales del estudio**

A fin de llevar a cabo el presente estudio se emplearon 11 machos jóvenes (1 año de edad) de la raza Alpino-Francés nacidos en la Comarca Lagunera, los cuales permanecieron estabulados durante la fase experimental (enero a septiembre 2007) y fueron sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo (13:41 h/luz durante el solsticio de verano y 10:19 h/luz en el solsticio de invierno) y a la temperatura de la región.



### **3.3. Alimentación**

La alimentación fue a base de heno de alfalfa (17 % PC, 1.95 Mcal de EM) a libre acceso y 200 g de concentrado comercial (14 % de proteína cruda, 1.7 Mcal de EM) por día y por animal durante todo el período experimental. Las sales minerales fueron suministradas en un bloque de 25 kg (no menos de 17 % de P, 3 % de Mg, 5 % de Ca, 5 % de Na y 75 % de NaCl) y el agua se les suministraron a libre acceso. La hora de suministro de alimento fue a las 8:00 y a las 15:00.

### **3.4. Manejo**

Los animales experimentales fueron desparasitados y vitaminados antes del inicio del periodo de estudio. Los machos fueron despezuzados cada dos meses, esta actividad se realizó con unas tijeras manuales de jardinería, cortando con cuidado la parte de la orilla de la pezuña hasta llegar a la parte blanda, evitando cortar o lastimar esta última

### **3.5. Alojamiento de animales**

Los animales estuvieron estabulados en un área de 25 m<sup>2</sup> delimitada por una barda de concreto con una altura de 1.5 m, el piso es de concreto con un declive de 30 cm para el escurrimiento de los líquidos de desecho. Estas instalaciones cuentan con un chupón para que los animales beban agua a libre acceso, los comederos utilizados son de metal con unas medidas de 3 m de largo

y 50 cm de ancho contando con una profundidad de 30 cm, ubicados a una altura de 50 cm. La sombra tiene una altura de 3.5 m, el material con el que esta construida es de lámina de acero.

### **3.6. Periodo de estudio**

El estudio tuvo una duración de 275 días, dando inicio el 1 de enero de 2007 y finalizando el día 30 de septiembre del mismo año.

### **3.7. Variables determinadas**

#### **3.7.1. Producción espermática**

El comportamiento sexual y la producción espermática fueron analizadas en todos los machos (Delgadillo *et al.*, 2001), durante los últimos cinco días de cada mes del estudio. Estos 5 días fueron divididos en dos periodos (uno de dos días y el otro de tres días), separados por dos días de descanso. Los datos obtenidos del primer día de cada mes no fueron usados para evitar posibles errores por no haber coleccionado eyaculados durante un largo periodo. Para recolectar el semen cada macho fue expuesto durante 180 s a una hembra intacta inducida al estro, mediante la aplicación de 200 mg de cipionato de estradiol, y se utilizó una vagina artificial para obtener los eyaculados. En cada ocasión se determinaron aspectos cuantitativos (volumen, número total de espermatozoides por eyaculado)

así como también aspectos cualitativos (motilidad, y viabilidad) además se determinó el porcentaje de rechazos a la eyaculación (Malpaux *et al.*, 1999).

### **3.7.2. Porcentaje de rechazo**

Se determinó cuando los machos fueron expuestos con la hembra durante 180 s, y transcurrido ese tiempo si no eyacularon, se consideró como un rechazo.

### **3.7.3. Número total de espermatozoides por eyaculado**

Para obtenerlo se utilizó un espectrofotómetro. Asimismo se utilizó una solución buffer, previamente preparada a base de 9 g de NaCl más 1 ml de formaldehído. Colocando 9.95 ml de esta solución y .05 ml de semen obteniendo una solución de 1:200. Esta muestra se lleva al espectrofotómetro para determinar la transmitancia y absorbancia, una vez obtenida esta lectura se lleva a una curva previamente estandarizada para que directamente nos de la concentración del eyaculado, mismo que se multiplica por el volumen para finalmente obtener el número total de espermatozoides.

### **3.7.4. Calidad del semen**

#### **3.7.4.1. Motilidad**

Se determina mediante el movimiento de las células, y la escala de evaluación es de 1 al 5: El valor 1 se le asigna a las células casi inmóviles, solo tiemblan. El valor 2 es cuando el movimiento de las células es bueno y visible. El valor 3 se aplica cuando el movimiento es mayor y visible. El valor 4 y 5 se considera cuando existe un movimiento de células que asemejan a turbulencias o remolinos (Delgadillo *et al.*, 1992).

#### **3.7.4.2. Viabilidad**

Las muestras fueron evaluadas dando un valor de 5 a 100 que es el porcentaje de células vivas por eyaculado.

#### **3.7.4.3. Volumen**

El volumen se determinó inmediatamente después de haber obtenido cada muestra mediante un tubo de recolecta con una graduación de 15 ml y una precisión de 0.1 ml.

### **3.8. Análisis de datos**

Los datos individuales de cada una de las variables fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), con medidas a un factor (tiempo). También, se realizaron correlaciones entre diferentes variables. Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el paquete estadístico SYSTAT (EVENSTON, ILL, USA, 2000).

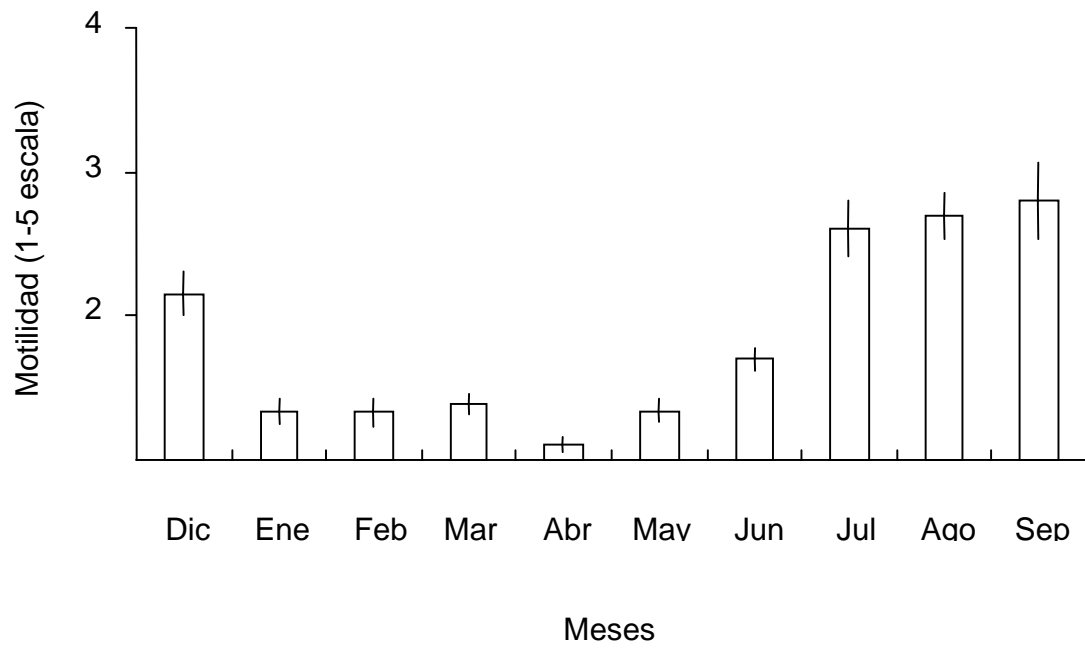
## IV. RESULTADOS

### 4.1. Producción espermática

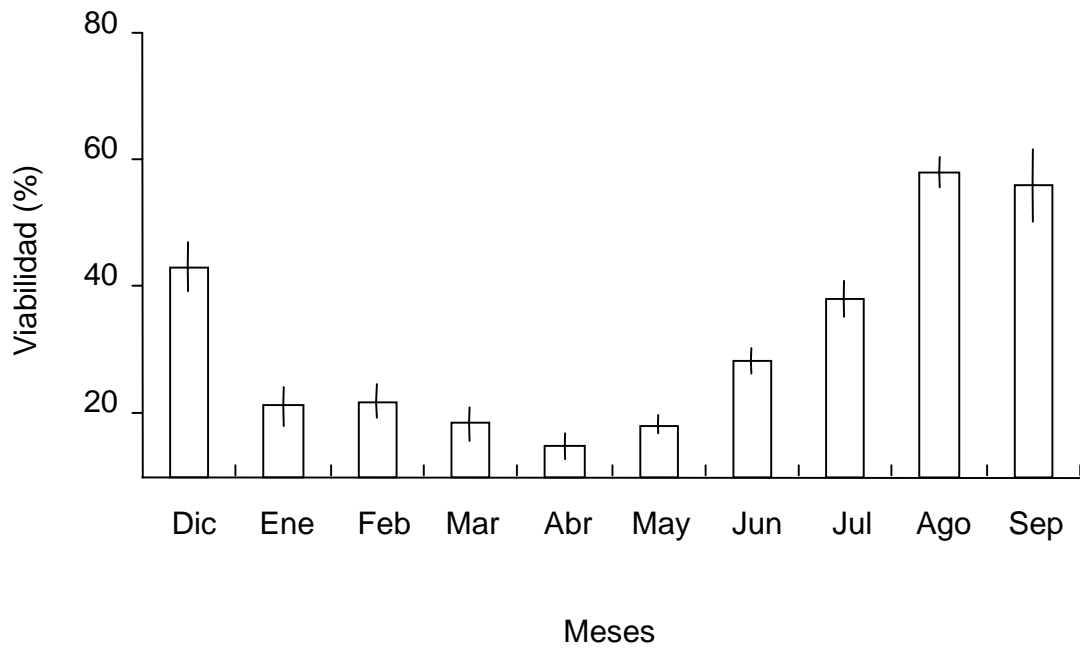
Los machos cabríos de la raza Alpino del subtrópico mexicano utilizados en el presente estudio presentaron variaciones estacionales en su calidad espermática. Las variaciones en la calidad espermática (motilidad, viabilidad, volumen y el número total de espermatozoides) se muestran en las figuras 1 a la 4. En efecto, la motilidad y viabilidad disminuyeron a menos de 1.5 (escala de 1-5) y menos del 25 % de enero a mayo respectivamente, mientras que de julio a septiembre fue de más de 2.5 y más del 40 % respectivamente. El volumen del eyaculado fue de 0.2 ml/eyaculado de febrero a julio, mientras que este fue alrededor de 0.6 ml/eyaculado en los meses de agosto y septiembre. El número total de espermatozoides por eyaculado de febrero a julio fue menor a  $2.6 \times 10^9$ , mientras que este se incrementó a más de  $3.5 \times 10^9$  en los meses de agosto y septiembre. El ANOVA reveló un efecto del tiempo en todas estas variables ( $P > 0.05$ ).

### 4.2. Rechazos al eyaculado

El porcentaje de rechazos al eyaculado fue mayor al 40 % de febrero a mayo, mientras que este disminuyó a menos del 20 % en agosto y septiembre. Los rechazos al eyaculado durante todo el estudio se muestran en la figura 5. El ANOVA reveló un efecto del tiempo en todas estas variables ( $P > 0.05$ ).

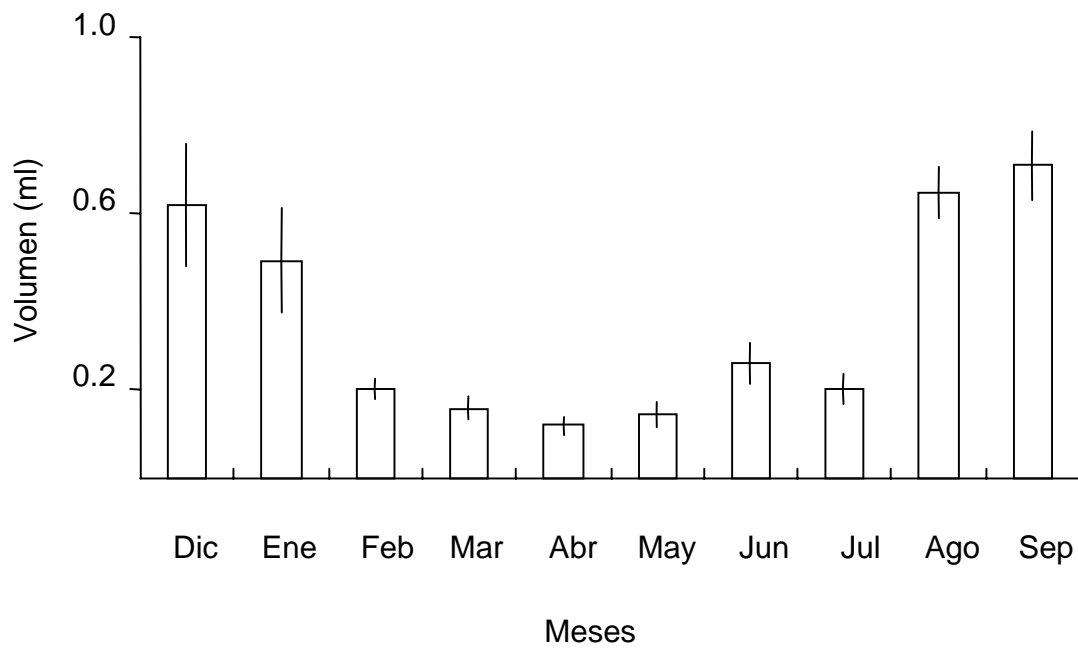


**Figura 1.** Motilidad progresiva de los machos de la raza Alpino-Francés nacidos en el subtrópico mexicano (26° N), sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo de la región y alimentados adecuadamente.

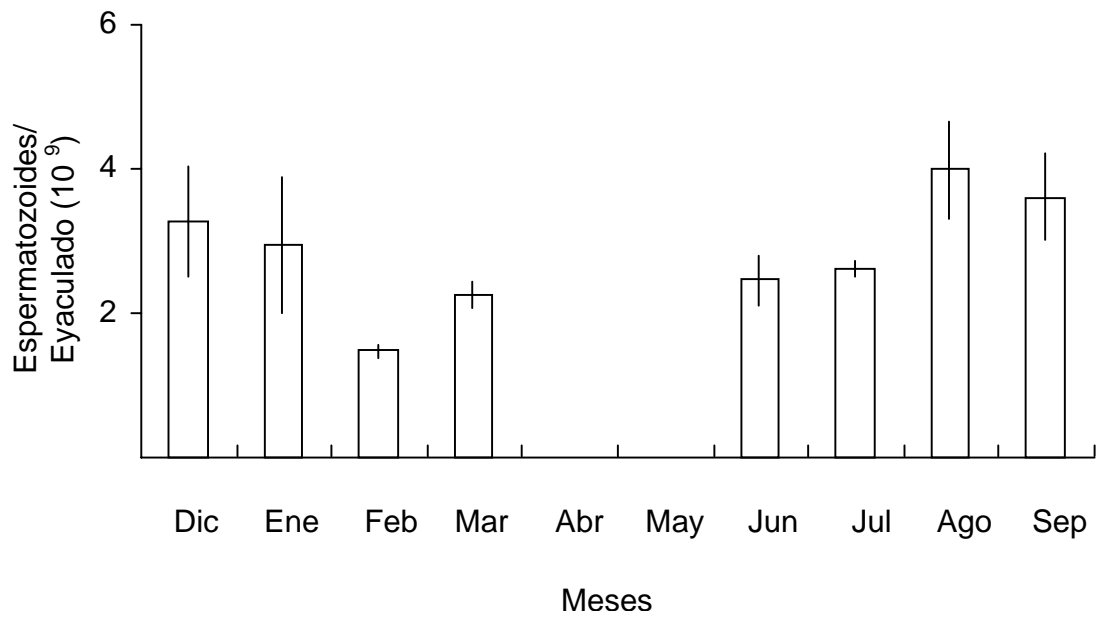


**Figura 2.** Viabilidad espermática de los machos de la raza Alpino-Franchés nacidos en el subtrópico mexicano (26° N), sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo de la región y alimentados adecuadamente.

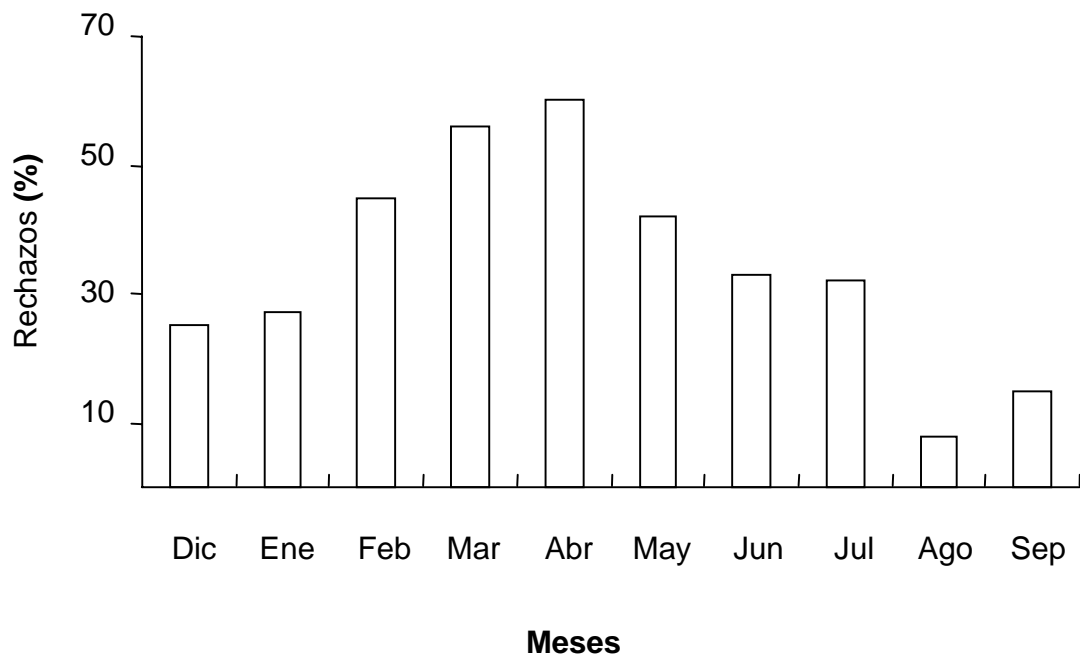




**Figura 3.** Volumen seminal del eyaculado de los machos de la raza Alpino-Francés nacidos en el subtrópico mexicano ( $26^{\circ}$  N), sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo de la región y alimentados adecuadamente.



**Figura 4.** Número total de espermatozoides por eyaculado de los machos de la raza Alpino-Francés nacidos en el subtrópico mexicano ( $26^{\circ}$  N), sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo de la región y alimentados adecuadamente



**Figura 5.** Porcentaje de rechazo al eyaculado de los machos de la raza Alpino-Francés nacidos en el subtrópico mexicano (26° N), sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo de la región y alimentados adecuadamente

## V. DISCUSIÓN

Los machos Alpinos del subtrópico Mexicano del presente estudio, mostraron variaciones estacionales en su calidad espermática (motilidad, viabilidad, volumen y el número total de espermatozoides) . En efecto, en estos machos, el periodo de reposo sexual se presentó de febrero a julio. Durante el periodo de reposo sexual la calidad seminal disminuyó drásticamente, igualmente el comportamiento sexual se redujo en alrededor de un 40%, durante el periodo de reposo sexual en comparación a la época reproductiva. Estas variaciones en la calidad espermática y el comportamiento sexual demuestran que la actividad reproductiva de estos machos es muy estacional, en la cual hay un periodo del año donde el comportamiento y la calidad seminal está muy baja. Así mismo, nuestros resultados son similares a los reportados por otros investigadores en las razas Alpino y Saanen de las zonas templadas (45° N), las cuales muestran un periodo de reposo sexual muy marcada (primavera - verano) (Delgadillo *et al.*, 1992). En estas razas por ejemplo el número total de espermatozoides por eyaculado disminuye a la mitad ( $2.8 \times 10^9$  en marzo, a  $6 \times 10^9$  en octubre), lo cual fue similar a lo registrado en los machos del presente estudio. Asimismo en esas áreas se ha determinado que el fotoperiodo es el principal factor modular de la actividad reproductiva (Chemineau *et al.*, 1992; Delgadillo *et al.*, 1991) . Además, es probable que aún cuando las variaciones fotoperiódicas son mayores en las zonas templadas que en nuestra región, las variaciones fotoperiódicas de la Comarca Lagunera son suficientes para sincronizar la actividad sexual de los

machos caprinos de la raza Alpino, similar a lo que ocurre en zonas templadas (Chemineau *et al.*, 1992; Delgadillo *et al.*, 1992).

La estacionalidad reproductiva fue observada en los machos Alpinos del subtrópico mexicano mantenidos en condiciones intensivas, donde los requerimientos nutricionales fueron cubiertos satisfactoriamente. En efecto, la condición corporal se mantuvo en un nivel promedio de 3.2 (escala 1-4) durante el periodo de estudio. Lo cual indica que los machos del presente estudio tuvieron una dieta adecuada que cubrió todos sus requerimientos de mantenimiento durante todo el estudio. Por ello, estos resultados sugieren que la alimentación no es el factor principal de esta estacionalidad, sino probablemente, ésta sea debida a las variaciones del fotoperiodo de la región. Además recientemente se demostró que los caprinos locales de esta misma región presentan una estacionalidad reproductiva (Delgadillo *et al.*, 2004), y que esta es dependiente del fotoperiodico. En efecto, cuando los machos locales fueron sometido a 3 meses de días largos alternados con 3 meses de días cortos, los niveles plasmáticos de testosterona se incrementó en los días cortos, mientras estos disminuyeron al pasar a los días largos (Delgadillo *et al.*, 2004). Además la estacionalidad reproductiva presentada por los machos cabríos locales de la Comarca Lagunera (el periodo de reposo sexual se extiende de enero a mayo) sometidos a una buena alimentación y sometidos a las condiciones climatológicas naturales de la región (fotoperiodo, temperatura, humedad) fue similar a la observada en los machos Alpinos del presente estudio. Esto es probable a que estos animales derivan de animales

provenientes de zonas templadas (Alpino, Saanen, Granadina, etc.) (Delgadillo *et al.*, 1999).

Este es el primer trabajo que se realiza en el subtrópico mexicano y que demuestra claramente que los machos caprinos de la raza Alpino presentan una estacionalidad reproductiva. Después de obtener los resultados del presente estudio se puede concluir que los machos cabríos Alpinos del subtrópico mexicano presentan una estacionalidad reproductiva, mostrando un periodo de reposo sexual que se extiende desde enero hasta julio.

## **VI. CONCLUSIÓN**

Los resultados del estudio sugieren que los machos Alpinos del norte de México muestran importantes variaciones en la calidad espermática durante el año.

## VII. REFERENCIAS

- Ahmed MMM, Makawi SA, Gadir AA. 1997. Reproductive performance of Saanen bucks under tropical climate. *Small. Rumin. Res.* 26: 151-155.
- Al-Ghalban AM, Tabaa MJ, Kridli RT. 2004. Factors affecting semen characteristics and scrotal circumference in Damascus bucks. *Small. Rumin. Res.* 53: 141-149.
- Bronson FH, Heideman PD. 1994. Seasonal Regulation of Reproduction in Mammals. In: "The physiology of reproduction". Ed. E. Knobil and J.D. Neill. 2th. Edition. Reven. Reven. Press. New York. 542-583.
- Chemineau P, Malpoux B, Delgadillo JA, Guerin Y, Ravault JP, Thimonier J, Pelletier J. 1992. Control of sheep and goat reproduction: Use of light and melatonin. *Anim. Reprod. Sci.* 30: 157-184.
- Clarke IJ. 2001. Sex and season are major determinants of voluntary food intake in sheep. *Reprod. Fertil. Dev.* 13: 577-582.
- Dacheux JL, Pisselet C, Blanc MR, Hochereau-de-Reviere MT, Courot M. 1981. Seasonal variations in rate testis fluid secretion and sperm production in different breeds of ram. *J. Reprod. Fertil.* 61: 363-371.
- Delgadillo JA, Carillo E, Mórán J, Duarte G, Chemineau P, Malpoux B. 2001. Induction of sexual activity of male Creole goats in subtropical northern Mexico using long days and melatonin. *J. Anim. Sci.* 179: 2245-2252.
- Delgadillo JA, Chemineau P. 1992. Abolition of the seasonal release of luteinizing hormone and testosterone in Alpine male goats (*Capra hircus*) by short photoperiodic cycles. *J. Reprod. Fertil.* 94: 45-55.



- Delgadillo JA, Fitz-Rodríguez G, Duarte G, Véliz FG, Carrillo E, Flores JA, Vielma J, Hernández H, Malpoux B. 2004. Management of fotoperiodo to control caprine reproduction in the subtropics. *Reprod. Ferti. Dev.* 16: 471-478.
- Delgadillo JA. 2005. Inseminación artificial en caprinos. Trillas, 1ra. Edición. D.F., México, 91 pp.
- Delgadillo JA, Canedo GA, Chemineau P, Guillaume D, Malpoux B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology.* 52: 727-737.
- Delgadillo JA, Flores JA, Véliz FG, Duarte G, Vielma J, Poindron P, Malpoux B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. *Vet. Méx.* 34 (1): 69-79.
- Delgadillo JA, Leboeuf B, Chemineau, P. 1991. Decrease in the seasonality of sexual behavior and sperm production in bucks by exposure to short photoperiodic cycles. *Theriogenology.* 36: 755-770.
- Ducker MJ, Bowman JC, Temple A. 1973. The effect of constant photoperiod in the expression of oestrus in the ewe. *J. Reprod. Fert., Supple.* 19: 143-150.
- Forcada F, Zuñiga O. & Abecia J A. 2002. The role of nutrition in the regulation of LH secretion during anestrus by the serotonergic and dopaminergic systems in Mediterranean ewes treated with melatonin. *Theriogenology* 15: 1303-1313.
- Garcia MR, Santiago-Moreno J, Lopez-Sebastian A. & Cocero MJ. 2002. Effect of follicular status on superovulatory response in ewes is influenced by presence of corpus luteum at first FSH dose. *Theriogenology.* 58: 1607-1614.

- Gonzales-Bulnes A, Santiago-Moreno j, Cocero MJ. & Lopez-Sebastian A. 2000. Effects of FSH comercial preparation and follicular status on follicular growth and superovulatory response in Spanish Merino ewes. *Theriogenology*. 15: 1055-1064.
- Gonzalez R, Poindron P, Signoret JP. 1988. Temporal variation in LH testosterone response of rams the introduction of oestrus females during the breeding season. *J. Reprod. Fertil.* 83: 201-208.
- Gündogan M, & Demirci E. 1999. The effects of scrotal heating on spermatogenesis and semen characteristics in rams F. U. *J of Health Sci.* 13: 193-200.
- Gündogan M, Ucar M, Tekerli M. & Özenc E. 2002. An investigation into the relationships between the morphometric measurements of testes and other spermatological features in rams maintained in the conditions of Afyon before, during and after the breeding periodic. *Proc. 2nd Nat. Congr. Reprod. And Artificial Insem, September, Konya, Turkey, 21pp.*
- Hansen PJ. 1985. Photoperiodic regulation of reproduction in mammals breeding during long days versus mammals breeding during short days. *Anim. Reprod. Sci.* 9: 301-315.
- Hoffman B, Leidl, W, Karg H. 1972. Seasonal rhythm of reproduction in the male goats. In: *Proc. 7th. Inter. Cong. Anim. Reprod. A. I. Munich.* 3: 2065-2068.
- Howland BE, Sanford LM, Palmer WM. 1985. Changes in serum levels of LH, FSH, prolactin, testosterone, and cortisol associated with season and mating in male pygmy goats. *J. Neurology.* 6: 89-96.

- Hungens RE, Martin TG, Diekman MA. & Waller SL. 1987. Reproductive performance of Suffolk and Suffolk-cross ewes and ewe lamb exposed to vasectomized rams before breeding. *J. Anim. Sci.* 65: 1173-1179.
- Ibrahim SA. 1997. Seasonal variations in semen quality of local and crossbred rams raised in the United Arab Emirates. *Anim. Reprod. Sci.* 49: 161-167.
- Karsch FJ, Bittman EL, Foster DL, Goodman RL, Legan SJ, Robinson JE. 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent Prog. Horm. Res.* 40: 185-225.
- Lincoln GA, Short RV. 1980. Seasonal breeding: nature's contraceptive. *Recent Prog. Horm. Res.* 36: 1-143.
- Lindsay DR. 1991. Reproduction of sheep and goats. In "Reproduction in domestic animals", 4th ed. Chapter 15. P.T. Cupps (Eds.) Academic press: San Diego. 491-515.
- Malpaux B, Thiéry JC, Chemineau P. 1999. Melatonin and the seasonal control of reproduction. *Reprod. Nutr. Dev.* 39: 355-366.
- Martin GB, Hunziker GB. 1999. Nutrición y reproducción en rumiantes. Curso internacional: Fisiología de la reproducción en rumiantes. Colegio de postgraduados XL Aniversario. 8, 9 y 10 de septiembre. Memorias, pp: 27-58.
- Martin GB, Rodger J, Blache D. 2004. Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. *Repro. Fertil. Dev.* 16:491-501.
- Mitchel LM, Dingwall WS, Mylne MJ, Hunton J, Matthews K, Gebbie FE, McCallum GJ. & McEvoy TaG. 2002. Season affects characteristics of the pre-ovulatory LH surge and embryo viability in superovulated ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 16: 163-174.

- Ortavant R, Mauleon P, Thibault C. 1964. Photoperiodic control gonadal and hypophyseal activity in domestic mammals. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 117: 157-193.
- Ortavant R, Pelletier J, Ravault, JP, Thimonier J, Volland-Nall P. 1985. Photoperiod: Main proximal and distal factor of the circannual cycle de reproduction in farm mammals. In: "Oxford Reviews of Reproductive biology". S. R. Milligan Eds. 7: 305-345.
- Pelletier J, Almeida G. 1987. Short light cycles induce persistent reproductive activity in Ile-de-france rams. *J. Reprod. Fert., Suppl.* 34: 215-226.
- Pelletier J. & Ortavant P. 1975. Photoperiodic control of LH release in the ram. *Acta Endocrinology.* 78: 435-441.
- Pelletier J. Ortavant P. 1972. Effet tu propionate de testosterone sur la libertion de LH dans le sang chez le bélier: mise en évidence d'un double mécanisme de rétroaction. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris.* 275 série D : 2027-2040.
- 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.
- Reisenberg S, Meinecke-Tillmann S. & Meinecke B. 2001. Ultrasonic study of follicular dynamics following superovulation in German Merino ewes. *Theriogenology* 1: 847-865.
- Rekwot PI, Ogvv 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 variations in reproductive activity in Australian goats. *Anim. Reprod. Sci.* 27: 305-318.
- Sáenz-Escárcega P, Hoyos FGL, Salinas GH, Martínez M, Espinoza J, Guerrero A, Contreras GE. 1991. Establecimiento de módulos caprinos con productores cooperantes. En memorias: Evaluación de módulos caprinos en la Comarca Lagunera. SARH-INIFAP, Matamoros, Coahuila, México 1991: 124-34.
- Saumande J, Rouger Y. 1972. Variations saisonieres des taux d'andredenes dans le plasma de sang peripherique chez le bouc. *C. R. Acad. Sci.* 102 : 351-360.
- Stellflug JN, Rodriguez F, La Voice VA. & Glimp HA. 1994. Influence of simulated photoperiodic alteration and induced estrus on reproductive performance of spring-born Columbia and Targhee ewe lambs. *J. Anim. Sci.* 72: 29-33.
- SYSTAT 10, ILL, USA, 2000.
- Thiery JC, Chemineau P, Hernandez X, Migaud M. & Malpoux B. 2002. Neuroendocrine interactions and seasonality. *Domest. Anim. Endocrinol.* 23: 87-100.
- 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.* 102: 351-360.
- Webb R, Gosden RG, Tefler EE. & Moor RM. 1999. Factors affecting folliculogenesis in ruminants. *Anim. Sci.* 68: 257-284.
- Whitley NC, McFadin-Buff EL. & Keisler DH. 2000. Effect of insulin on feed intake and reproductive performance of well-nourished nulliparous ewes. *Theriogenology.* 15: 1049-1054.

Yeates NTM. 1949. The breeding season of the sheep with particular reference to its modification by artificial light. *J. Agric. Sci. Cambridge*. 39: 1-43.

Zamiri MJ, Haidari AH. 2006. Reproductive characteristics of Rayini male goats of Kerman province in Iran. *Anim. Reprod. Sci.* 96: 176-185.