

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**LA CONDICIÓN CORPORAL NO AFECTA LA ACTIVIDAD
REPRODUCTIVA DE LAS CABRAS ALPINO DEL
SUBTRÓPICO MEXICANO**

POR:

MIGUEL AGUILAR MARTÍNEZ

TESIS:

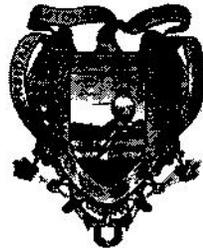
**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

SEPTIEMBRE, 2008

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



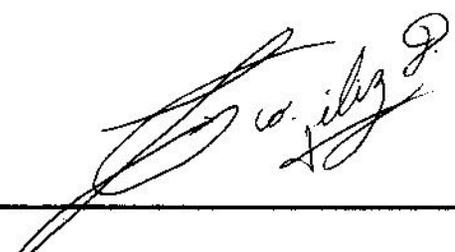
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**LA CONDICIÓN CORPORAL NO AFECTA LA ACTIVIDAD
REPRODUCTIVA DE LAS CABRAS ALPINO DEL
SUBTRÓPICO MEXICANO**

POR:

MIGUEL AGUILAR MARTÍNEZ

ASESOR PRINCIPAL



DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

SEPTIEMBRE, 2008

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



POR:

MIGUEL AGUILAR MARTÍNEZ

ASESOR PRINCIPAL

Una firma manuscrita en tinta negra, que parece ser la del Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras, escrita sobre una línea horizontal.

DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS

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

Una firma manuscrita en tinta negra, que parece ser la del M.C. José Luis Eco. Sandoval Elías, escrita sobre una línea horizontal.

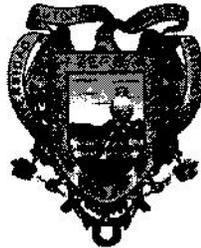
M.C. JOSÉ LUIS ECO. SANDOVAL ELÍAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

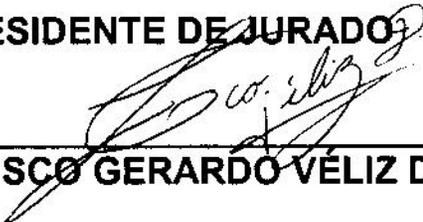
SEPTIEMBRE, 2008

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

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



PRESIDENTE DE JURADO



DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS

VOCAL



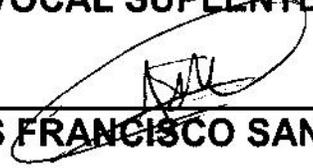
MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO

VOCAL



MVZ. JOSÉ GUADALUPE RODRIGUEZ MARTÍNEZ

VOCAL SUPLENTE



MC. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

SEPTIEMBRE, 2008

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



DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**LA CONDICIÓN CORPORAL NO AFECTA LA ACTIVIDAD
REPRODUCTIVA DE LAS CABRAS ALPINO DEL
SUBTRÓPICO MEXICANO**

TESIS

POR:

MIGUEL AGUILAR MARTINEZ

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría

ASESOR PRINCIPAL:

DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS

ASESORES:

DR. RAYMUNDO RIVAS MUÑOZ

DR. EVARISTO CARRILLO CASTELLANOS

MVZ RODRIGO I. SIMÓN ALONSO

MVZ. JOSÉ GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ

MC. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

SEPTIEMBRE, 2008

Dedicatorias

A DIOS por darme la oportunidad de vivir.

A MIS PADRES

*Miguel Aguilar Segura
Gema Martínez Pérez
Por haberme dado la vida.*

A mis padres por todo su ejemplo de lucha, esfuerzo, honestidad, humildad que son para mi parte fundamental en mi formación profesional, por el gran apoyo moral e incondicional en los momentos que más lo necesite, por que son y seguirán siendo de gran motivación en mi vida.

“GRACIAS PADRES”.

A MIS HERMANAS

*Leonarda Aguilar Martínez
Herminia Aguilar Martínez
Briselda Aguilar Martínez*

A mis hermanas les agradezco la plena convivencia, que en las buenas y en las malas hemos demostrado, la fortaleza y unión de la familia, que nunca estaremos solos, somos uno para el otro.

GRACIAS HERMANAS

Agradecimientos

A Dios que me guía espiritualmente y trata de conducirme por buen camino y que me ha permitido llegar hasta este punto de mi vida.

A mi "Alma Terra Mater" por haberme dado la oportunidad de ser parte de ella y formarme como profesional.

Al Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras, por haberme brindado su confianza y apoyo en todo momento, y sobretodo por darme la oportunidad de realizar este trabajo.

Al Comité del jurado y a los Asesores que participa en el examen y la revisión de la tesis.

A mis maestros, les estoy muy agradecido por haberme transmitido sus conocimientos que son para mi la fortaleza, los cuales aplicare fuera de la universidad con ética para mejorar todos los aspectos que ha estos conlleva.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
Dedicatorias.....	VI
Agradecimientos.....	VII
Índice de contenido.....	VIII
Índice de figuras	X
Introducción.....	1
Resumen.....	3
II. Revisión de literatura.....	5
2.1. Efectos de la alimentación y del medio ambiente en la reproducción de pequeños rumiantes.....	5
2.2. Influencia de la alimentación sobre la estacionalidad reproductiva.....	8
2.3. Influencia de la alimentación sobre la actividad sexual.....	8
2.4. Influencia de las interacciones socio-sexuales sobre la estacionalidad reproductiva	10
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos.....	12
Hipótesis general.....	13
Hipótesis específicas.....	13
III. Materiales y métodos.....	14
3.1. Lugar del estudio.....	14
3.2. Animales experimentales.....	14
3.3. Empadre.....	15
3.4. Variables determinadas.....	15
3.4.1. Condición y peso corporal.....	15
3.4.2. Determinación de la actividad estral.....	16
3.4.3. Determinación de la gestación.....	16

3.4. Análisis estadísticos.....	16
IV. Resultados.....	18
4.1. Respuesta de las hembras al efecto macho.....	18
4.1.1. Actividad estral.....	18
4.1.2. Porcentaje de hembras gestantes y prolificidad.....	20
4.2. Condición y peso corporal de las hembras.....	21
Discusión.....	24
VI. Conclusión.....	25
Referencias.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Los periodos durante el proceso reproductivo de pequeños rumiantes cuando la alimentación suplementaria puede afectar el suceso reproductivo de la manada.....	7
Figura 2 Porcentaje acumulado de hembras Alpino que presentaron actividad estral.....	19
Figura 3 Porcentaje de hembras Alpino que presentaron actividad estral después de la introducción de los machos.....	20
Figura 4 Evolución de la condición corporal durante el estudio.....	22
Figura 5 Evolución de de la condición corporal de la hembras Alpino.....	23

I. INTRODUCCIÓN

Los caprinos es una de las especies domesticas que tienen gran capacidad para adaptarse a las regiones áridas y semiáridas, en las cuales es capaz de producir alimento para el hombre-carne y/o leche, además de proporcionarle vestimenta, pelo y piel, etc. (Carrera, 1984). La Comarca Lagunera cuenta con alrededor de 5% de la población nacional de caprinos (9 millones, SAGARPA, 2003). Del cual el 90% de estos caprinos se explotan en condiciones extensivas. Estos animales son alimentados con la flora natural de la región la cual consiste en zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*), bermuda o zacate chino (*Cynodon dactylon*), zacate navajita (*Bouteloua*), Jonson (*Sorghum halepense*), arbustivas como el mezquite (*acacia farnesiana*) y el huizache (*Prosopis granulosa*) y otras herbáceas de la región. En ocasiones se aprovechaban esquilmos o rastrojos de cultivos tales como el sorgo (*Sorghum bulgaris*) y el maíz (*Zea mays*) de los agostaderos entre otros; los animales explotados son cruza de animales Criollos con razas puras tales como: Alpino, Saanen, Toggenburg, Nubia y Granadina, etc. (Cantú, 2004; Cruz-Castrejón *et al.*, 2007). Mientras, que el otro 10% es explotado en forma intensiva, y donde el ganado es de raza pura especializada en la producción láctea como es la Alpino, la Saanen, Toggenburg, etc. (Cantú, 2004). En las ovejas y en las cabras, la nutrición puede influir en la actividad reproductiva (Tanaka *et al.*, 2002; Atti *et al.*, 2001). El mayor efecto de la nutrición se ha reportado sobre la tasa de ovulación, la fertilidad y la duración de la estación reproductiva (Nottle *et al.*, 1997; Delgadillo *et al.*, 2003), en efecto, la nutrición puede tener un efecto en la respuesta de las hembras al efecto macho (Véliz *et al.*,

2006). Así, las ovejas Merino Australianas (34° S) alimentadas con alimentos de baja calidad responderán a un tratamiento de sincronización con una tasa ovulatoria de 1.1 ± 0.1 , mientras que en las ovejas que fueron suplementadas durante 10 días antes de la sincronización, la tasa ovulatoria se elevó a 1.6 ± 0.1 (Nottle *et al.*, 1997b). De igual forma, las ovejas Barbarine de Tunes con una condición corporal baja (1.8 puntos) tuvieron una fertilidad del 75%, mientras que en las hembras con una condición corporal buena (3.4 puntos), la fertilidad fue del 94% (Atti *et al.*, 2001). Además, se ha reportado recientemente que en hembras con > 33 Kg de peso. Solamente el 63% responde a la introducción de machos sexualmente activos, mientras que en hembras con peso > 34 Kg, más del 98% presenta actividad sexual después de la introducción de los machos sexualmente activos (Véliz *et al.*, 2006). Sin embargo, en el subtropico mexicano existen pocos reportes de la influencia de la nutrición sobre la actividad sexual y más contextualizado desde la respuesta sexual en el empadre hasta las pariciones de estas. Por ello, el objetivo del presente estudio fue determinar si la condición corporal y peso corporal afecta la respuesta de las hembras Alpino del subtropico mexicano a la introducción de machos y si esta es afectada posteriormente en las pariciones y prolificidad.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar si la condición corporal y peso corporal afecta la actividad reproductiva de las hembras de la raza pura Alpino-Francés del subtropico mexicano. Un grupo de hembras (Bien alimentado) fue alimentado desde su destete, 30 días de edad aproximadamente (alta calidad) a base de alfalfa *al libitum* (17% PC, 1.95 Mcal/kg) y con 200 g de concentrado (14% PC, 2.5 Mcal/kg), un segundo grupo fue mal alimentado con solamente paja de avena sin la utilización de concentrado. A los 2.5 años de edad aproximadamente (9 de octubre de 2007) las hembras de los dos grupos (mal y bien alimentadas), fueron puestas en contacto con cuatro machos adultos sexualmente activos de la raza Alpino, durante 16 días (25 de octubre) un macho a la vez por corral. Los machos fueron rotados en los dos grupos cada 24 h. La actividad estral de las hembras fue determinada diariamente (mañana y tarde), durante todo el estudio. La determinación de la gestación se realizó a los 60 días después de la introducción de los machos con un ultrasonido por vía rectal. También se determinó el porcentaje de hembras que parieron y el número de crías por hembra. En el grupo de las hembras bien alimentadas el 91% fueron diagnosticadas en estro, y en el grupo de las mal alimentadas el 100%. El grupo de las bien alimentadas presentó su primer estro a los 4.3 ± 0.7 días después de la introducción de los machos y el grupo de las mal alimentadas 2.2 ± 0.1 días después de la introducción de los machos. El grupo bien alimentado el 73% (8/11) se diagnosticó gestante a los 60 días después de la introducción de los machos, y en el grupo mal alimentado el 80% (8/10) fueron diagnosticadas gestantes. Todas

las hembras que fueron diagnosticadas gestantes parieron. Todas las hembras bien alimentadas tuvieron dos crías, mientras que las hembras del grupo mal alimentado tuvieron una cría por hembra ($P < 0.05$). La actividad reproductiva (porcentaje de hembras en estro, gestación y pariciones) de las hembras Alpino-Francés del subtropico mexicano no es influenciada por su condición corporal y peso corporal cuando se usa el efecto macho, sin embargo, en la prolificidad se observa una influencia positiva.

Palabras clave: Caprinos, Alpinos, Efecto macho, Estro, Gestación, Prolificidad

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Efectos de la nutrición y del medioambiente en la reproducción de pequeños rumiantes

Durante la evolución los animales que desarrollaron estrategias de reproducción para asegurar que los periodos de abundante comida concedieran con la preñez y la lactancia. Lo normal es que esto sea logrado al enlazar la actividad sexual con los cambios en el fotoperiodo, un predictor seguro de la temporada y por consecuencia el futuro abastecedor de alimento. Sin embargo, esto no es aplicable universalmente por tres razones. Primero, el fotoperiodo puede tener cambios imperceptibles en regiones cercanas al ecuador, donde muchas ovejas y cabras son explotadas. Segundo, en varios ambientes el patrón de suministro de comida al año es determinado por otros factores al fotoperiodo, particularmente la lluvia. Tercero, en ambientes semiáridos particularmente el patrón de suministro de comida varía grandemente de año tras año porque la temporada de lluvia es muy imprevisible (Martin *et al.*, 2004). Los animales adaptados a estas situaciones han desarrollado estrategias que son oportunistas y relativamente flexibles con respecto al tiempo e intensidad del esfuerzo de reproducción. Esas estrategias oportunistas usualmente tienen un ciclo anual manejado por el fotoperiodo, pero el resultado final de reproducción es modificado por respuestas a otros sectores ambientales. Esto fue demostrado por Bronson (1985), quien estudio las estrategias reproductivas de las especies de roedor y venados, en un amplio rango de ambientes entre el Ecuador y el círculo Ártico. La

misma perspectiva puede ser usada para estudiar los rumiantes domésticos, como sea hecho al comparar ovinos de la raza Suffolk y Merino. Los Suffolk siguen el “fotoperiodo” el modelo típico de animales que fueron desarrollados en regiones templadas, mientras que los Merinos siguieron cambios en la habilidad de alimentos más que en el fotoperiodo y su ciclo anual puede ser completamente ignorado por interacciones nutricionales y socio sexuales (Martin *et al.*, 1999; 2002; Walkden-Brown *et al.*, 1999; Blache *et al.*, 2003). Lo mismo puede aplicar a muchas ovejas y cabras que tienen sus orígenes en las zonas climáticas entre 35° norte y 35° sur, probablemente un tercio de la población mundial (Martín *et al.*, 1994).

La importancia de la nutrición en la crianza y producción de animales probablemente a sido entendida desde la domesticación, aunque la documentación e investigación científica comenzó hace aproximadamente 100 años (Clark, 1934). La nutrición se conoce por afectar varios aspectos del proceso reproductivo (Figura 1) y muchas investigaciones han sido dedicadas a la pubertad, a la producción de gametos (particularmente al tipo de ovulación), al crecimiento de la placenta y a la lactancia. En años recientes a habido mayores desarrollos en dos áreas más del proceso como es el desarrollo fetal (programación fetal) y a la producción de calostro en relación a la supervivencia de la descendencia.

CLEAN, GREEN, ETHICAL CONTROL OF REPRODUCTION

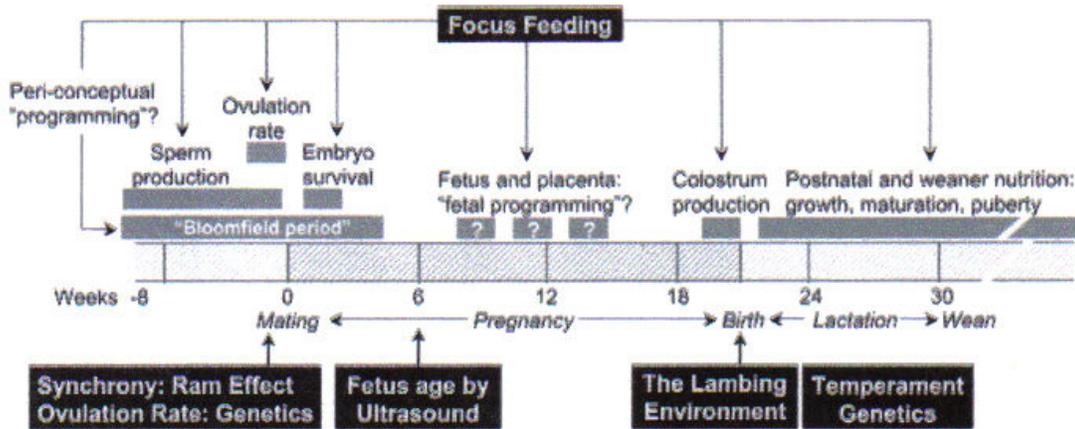


Figura 1. Los periodos durante el proceso reproductivo de pequeños rumiantes cuando la alimentación suplementaria puede afectar el suceso reproductivo de la manada. Generalmente, los suplementos nutricionales son benéficos, pero el desarrollo de embriones tempranos puede ser una excepción por que hay alguna evidencia de sobrealimentación durante ese proceso puede provocar la muerte al embrión (Bloomfield *et al.*, 2003; Martin *et al.*, 2004).

2.2. Influencia de la alimentación en la estacionalidad reproductiva

En las cabras Payota del mediterráneo (37° N) con una dieta de alta calidad su estación reproductiva fue más larga (177 días) que las hembras mal alimentadas (144 días; Zarazaga *et al.*, 2005). Igualmente en las ovejas de la raza Aragonesa con una condición corporal alta la estación de anestro fue más corta que las hembras con una condición corporal baja (64 vs. 113 días; Forcada *et al.*, 1992). En efecto, las cabras Criollas que se explotan en condiciones extensivas, la actividad reproductiva termina un mes antes que las hembras mantenidas en estabulación (Duarte, 2000). Además, el porcentaje de hembras que ovulan al inicio de la estación reproductiva es menor en las ovejas mal alimentadas (8%, 0% y 4%; mayo, junio y julio, respectivamente), que en las ovejas bien alimentadas (42%, 17% y 75%, respectivamente). También el final de la estación reproductiva (febrero) de estas hembras fue afectada (48% vs. 100% de ovulaciones en las mal alimentadas y bien alimentadas, respectivamente; Hulet *et al.*, 1986).

2.3. Influencia de la alimentación sobre la actividad sexual

En las ovejas y en las cabras, la nutrición puede influir en la actividad reproductiva (Tanaka *et al.*, 2002; Atti *et al.*, 2001). El mayor efecto de la nutrición es sobre la tasa de ovulación, la fertilidad y la duración de la estación reproductiva (Nottle *et al.*, 1997b; Delgadillo *et al.*, 2003). Las ovejas Merino australianas (34° S) alimentadas con una dieta de baja calidad responden a un tratamiento de sincronización con una tasa ovulatoria de 1.1 ± 0.1 , mientras que en las ovejas

que fueron suplementadas durante 10 días antes de la sincronización, la tasa ovulatoria se elevó a 1.6 ± 0.1 (Nottle *et al.*, 1997b). Las ovejas Barbarine de Tunes con una condición corporal baja (1.8 puntos) tuvieron una fertilidad del 75%, mientras que en las hembras con una condición corporal buena (3.4 puntos), la fertilidad fue del 94% (Atti *et al.*, 2001).

En las regiones tropicales se ha considerado que la alimentación es el factor principal responsable del ciclo anual de reproducción. En efecto, Sutherland (1988), demostró que cuando las cabras tienen una buena condición corporal presentan una actividad reproductiva continua sin ciclos ovulatorios cortos durante todo el año. En cambio, las hembras mal alimentadas, presentan periodos de anestro y un alto porcentaje de ciclos cortos.

Por otra parte, en las cabras Criollas del norte de México explotadas en extensivo, la suplantación alimenticia durante 7 días antes de la introducción del macho incrementa la tasa ovulatoria (1.0 ± 0.2 vs. 1.6 ± 0.2 , hembras no suplementadas Vs. Suplementadas respectivamente; Santiago-Miramontez *et al.*, 2008).

La alimentación tiene gran importancia en la respuesta sexual en las ovejas y cabras al efecto macho (Wright *et al.*, 1990; Thimonier *et al.*, 2000). Por ejemplo, en las cabras Cashmere australianas alimentadas con una dieta de baja calidad, sólo el 22% ovuló después de la introducción del macho, mientras que el 40% de las hembras alimentadas con una dieta de alta calidad ovularon. Las ovejas

Merino Australianas (34°52' S) alimentadas con una dieta de mantenimiento, la introducción de los machos resultó en una tasa ovulatoria de 1.26, mientras que en las ovejas suplementadas durante 12 días antes de la introducción de los machos, la tasa ovulatoria fue de 1.46 (Nottle *et al.*, 1997a). También, en las ovejas Pelibuey con una condición corporal buena o regular, el 51% presentó actividad estral después de la introducción de un macho o una hembra androgenizada, mientras que sólo el 38% de las ovejas con una mala condición presentó actividad estral (Heredia *et al.*, 2003).

Lo anterior demuestra que en algunas razas la alimentación y principalmente en las zonas subtropicales y tropicales es un factor importante en el desarrollo del ciclo anual de reproducción en ovinos y caprinos (Bronson y Heideman, 1994; Delgadillo y Malpoux, 1996).

2.4. Influencia de las interacciones socio-sexuales sobre la actividad reproductiva

En muchas especies de mamíferos, las relaciones sociales pueden influir en la actividad sexual (Rekwot *et al.*, 2001). Por ejemplo, en las ovejas y cabras durante el periodo de anestro la introducción de un macho induce y sincroniza la actividad sexual de éstas en los días siguientes (Rosa y Bryant, 2002; Delgadillo *et al.*, 2002; Véliz *et al.*, 2002). Además, la presencia de los machos antes del periodo de reproducción de las hembras puede adelantar el inicio de la estación sexual de estas (Camero y Batt, 1989). También Godfrey *et al.* (1998), mencionan que en las

ovejas la presencia del macho después del parto acorta el periodo de anestro posparto. En las ovejas y cabras que tienen presencia del macho durante todo el año, se reduce el periodo de anestro, al iniciar su actividad reproductiva antes y terminar después que las hembras que no tienen contacto con machos (O'Callaghan *et al.*, 1994). Sin embargo, en las cabras la presencia continua del macho no elimina el periodo de anestro (Cameron y Batt, 1989, Restall, 1992). Por otra parte en hembras del norte de México se ha reportado recientemente que las hembras de menos de 33 kg solamente el 63% responde a la introducción de machos sexualmente activos, mientras que en hembras de más de 34 kg más del 98% presenta actividad sexual después de la introducción de los machos (Véliz *et al.*, 2006). Por lo anterior, podemos concluir que las relaciones sociales influyen en la actividad reproductiva de los caprinos y ovinos (Walkden-Brown *et al.*, 1999).

Sin embargo, en el subtropico mexicano existen pocos reportes sobre la influencia de la nutrición sobre la actividad sexual y más en un contexto completo considerando la respuesta sexual al empadre hasta la parición de estas. Por ello el objetivo del presente estudio fue determinar si la condición corporal y el peso corporal afectan la respuesta sexual de las hembras Alpino del subtropico mexicano a la introducción de machos sexualmente activos y si esta es afectada posteriormente en el porcentaje de hembras que paren y en su prolificidad.

OBJETIVO

El objetivo de la presente investigación fue determinar si la condición corporal afecta la actividad reproductiva de las hembras de la raza pura Alpino-Francés del subtropico mexicano.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar si la repuesta de las hembras Alpino-Francés del subtropico mexicano a la introducción de machos antes del inicio de su estación reproductiva es influenciada por su condición corporal y peso corporal.

Determinar si el porcentaje de hembras que quedan gestantes a los 60 días es influenciado por su condición corporal y peso corporal.

Determinar si el número de hembras que paren es influenciado por su condición corporal y peso corporal.

Determinar si la prolificidad de las hembras que paren es influenciada por su condición y peso corporal

HIPÓTESIS

Una baja condición corporal y peso corporal de las hembras de la raza pura Alpino-Francés del subtropico mexicano disminuye su actividad reproductiva.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

La repuesta de las hembras Alpino del subtropico mexicano a la introducción de machos antes del inicio de su estación reproductiva es influenciada por su condición corporal y peso corporal.

El porcentaje de hembras Alpino-francés del subtropico mexicano que quedan gestantes a los 60 días es influenciado por su condición corporal y peso corporal.

El número de hembras Alpino del subtropico mexicano que paren es influenciado por su condición corporal.

La prolificidad de las hembras Alpino del subtropico mexicano es influenciada por su condición y peso corporal.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio

El presente estudio se realizó de octubre del 2006 a febrero del 2007 en el Instituto Tecnológico de Torreón, el cual se encuentra en el municipio de Torreón, ubicado en la Comarca Lagunera de Coahuila, México (Latitud 26°23' N y longitud 104°47' W y 1100 a 1400 msnm). La Comarca Lagunera presenta un clima desértico, con una precipitación anual de 230 mm, una temperatura anual de 27° C.

3.2. Animales experimentales

Los animales percibieron las variaciones naturales del fotoperiodo y de temperatura de la región. A partir del destete las hembras fueron divididas en dos grupos homogéneos en cuanto a peso corporal y fecha de nacimiento. Los grupos fueron alojados por separado en corrales de 5 X 5 m, los cuales contaban con una distancia entre grupos de 30 m. Un grupo de hembras (BA; Bien alimentadas; n = 11) fue alimentado con una dieta de alta calidad, a base de alfalfa *al libitum* (17% PC, 1.95 Mcal/kg) y con 200 g de concentrado (14% PC, 2.5 Mcal/kg), el segundo grupo (MA; Mal alimentado; n = 10) fue alimentado solamente con paja de avena (4.1% PC, 2.03 Mcal/kg) sin la utilización de concentrado. El agua y los minerales

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) fueron proporcionados a libre acceso para ambos grupos.

3.3. Empadre

El nueve de octubre de 2007, las hembras de los dos grupos (BA y MA), fueron puestas en contacto con cuatro machos adultos de la raza Alpino, durante 16 días (25 de octubre) un macho a la vez por corral. Los machos fueron rotados en los dos grupos cada 24 h.

3.4. Variables determinadas

3.4.1. Condición y peso corporal

La condición y peso corporal se determinó cada 14 días desde el principio del estudio (9 de octubre) hasta el final del estudio (mayo). La condición corporal se determinó mediante la técnica descrita por Walkden-Brown *et al.* (1997). La cual consiste en medir la cantidad de tejido corporal y grasa subcutánea de la región lumbar del animal. El valor fue dado a escala de 1 (flacos) y 4 (muy gordos) con puntos intermedios.

El peso corporal se realizó en la mañana antes de proporcionarles el alimento y se registro mediante una báscula con una precisión de 50 g, y una capacidad mínima de 50 g, y una máxima de 125 kg.

3.4.2. Determinación de la actividad estral

El estro fue detectado dos veces al día (8:00 – 9:00 h y 17:00 – 18:00 h), desde el 9 al 25 de octubre (durante todo el empadre). Desde el primer día de contacto con los machos hasta el final del estudio. Las hembras que permanecían inmóviles a la monta del macho se consideraron en estro (Chemineau *et al.*, 1992). Las hembras en estro fueron retiradas del corral durante el periodo de observación, con la finalidad de que el macho continuara detectando otras hembras en celo. Al final de la observación las hembras fueron reincorporadas a su respectivo corral.

3.4.3. Determinación de la gestación

La determinación de la gestación se realizó por vía rectal a 60 días después de la introducción de los machos se realizó con un Classic Ultrasound Equipment con un 5.0 MHz traductor (Supply, Inc.) (Evans *et al.*, 2000), por vía rectal a los 60 días después de la introducción de los machos.

También se determinó la gestación al parto y el número de crías por hembra.

3.4. Análisis estadísticos

Los datos individuales de condición corporal y peso corporal, fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), con medidas repetidas a dos factores (tiempo

del experimento y tratamiento). Después, se realizaron pruebas de *t* independientes para comparar las cantidades promedios en cada medida. Los porcentajes de hembras en estro, porcentaje de gestación a los 60 días después de la introducción de los machos y al parto fueron sometidos a una prueba de Chi-cuadrada. La latencia al primer estro fue analizada con una prueba de *t* student. Estos análisis se realizaron utilizando el programa estadístico de SYSTAT, versión 10 (SPSS, Evanson ILL). Los resultados son expresados en promedios \pm error estándar del promedio (eem).

IV. RESULTADOS

4.1. Respuesta de las hembras al efecto macho

4.1.1. Actividad estral

La respuesta sexual diaria y acumulada de las hembras alimentadas con una buena alimentación y una mala alimentación después de la introducción de los machos se muestran en las Figuras 2 y 3. De las hembras bien alimentadas puestas en contacto con los machos el 91% (10/11) fue detectada en estro en los primeros 10 días, igualmente en el grupo de las mal alimentadas el 100% (10/10) presentó actividad estral ($P > 0.05$). El grupo bien alimentado presentó su primer estro a los 4.3 ± 0.7 días, mientras el grupo mal alimentado lo presentó a los 2.2 ± 0.1 días después de la introducción de los machos ($P < 0.05$).

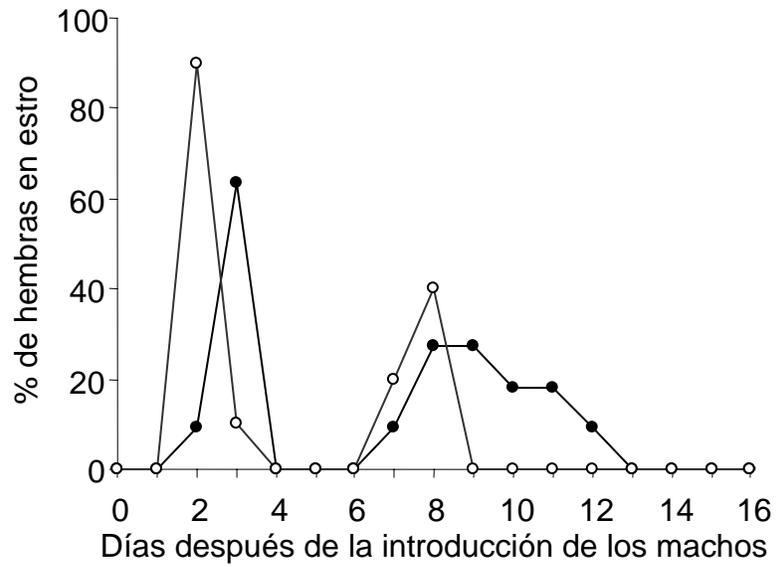


Figura 2. Porcentaje diario de hembras Alpino que presentaron actividad estral después de la introducción de machos sexualmente activos en el grupo de hembras bien alimentadas (círculos negros) y hembras mal alimentadas (círculos blancos). El día 0 el día de la introducción de los machos.

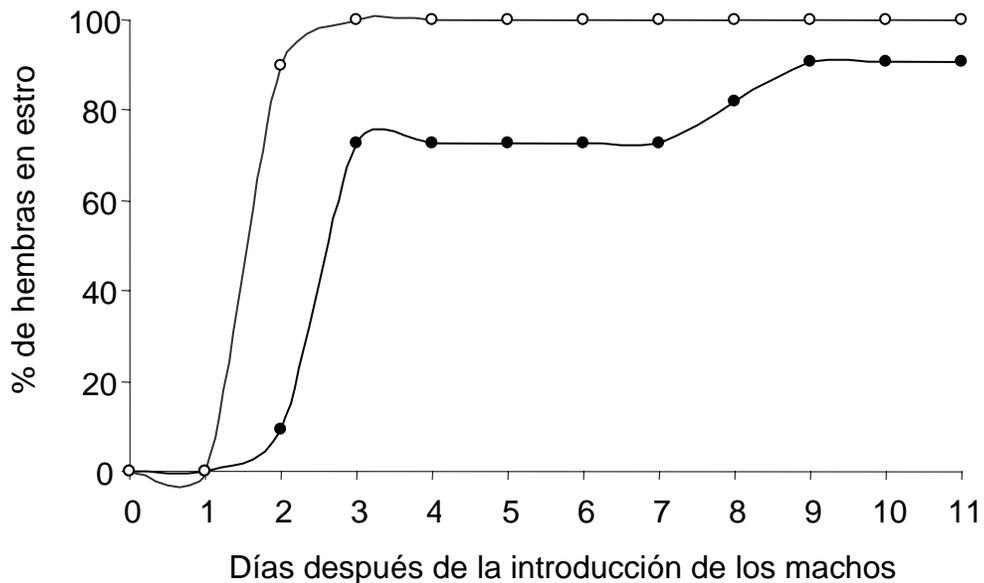


Figura 3. Porcentaje de hembras Alpino que presentaron actividad estral después de la introducción de machos sexualmente activos, en un grupo de hembras bien alimentadas (círculos negros) y un grupo de hembras mal alimentadas (círculos blancos). El día 0 el día de la introducción de los machos.

4.1.2. Porcentaje de hembras gestantes y su prolificidad

El grupo bien alimentado el 73% (8/11) se diagnosticó gestante a los 60 días después de la introducción de los machos, igualmente en el grupo mal alimentado el 80% (8/10) fueron diagnosticadas gestantes ($P > 0.05$). Todas las hembras que fueron diagnosticadas gestantes a los 60 días parieron ($P > 0.05$). Todas las

hembras del grupo bien alimentado tuvieron 2 crías, mientras que las hembras del grupo mal alimentado tuvieron una cría por hembra ($P < 0.05$).

4.2. Condición y peso corporal de las hembras

En la Figura 4 y 5 se observa la evolución de la condición y peso corporal durante el estudio. El grupo bien alimentado peso en promedio $44.0 \pm$ kg durante el estudio, mientras que el grupo mal alimentado fue de $29.0 \pm$ kg y la condición promedio del grupo bien alimentado fue de $2.3 \pm$ (1-4 escala), en contraste el grupo mal alimentado fue de $1.5 \pm$. El ANOVA reveló un efecto del grupo ($P < 0.001$), además un interacción grupo tiempo ($P < 0.001$), y un efecto del tiempo tanto en la condición corporal y el peso corporal ($P < 0.001$).

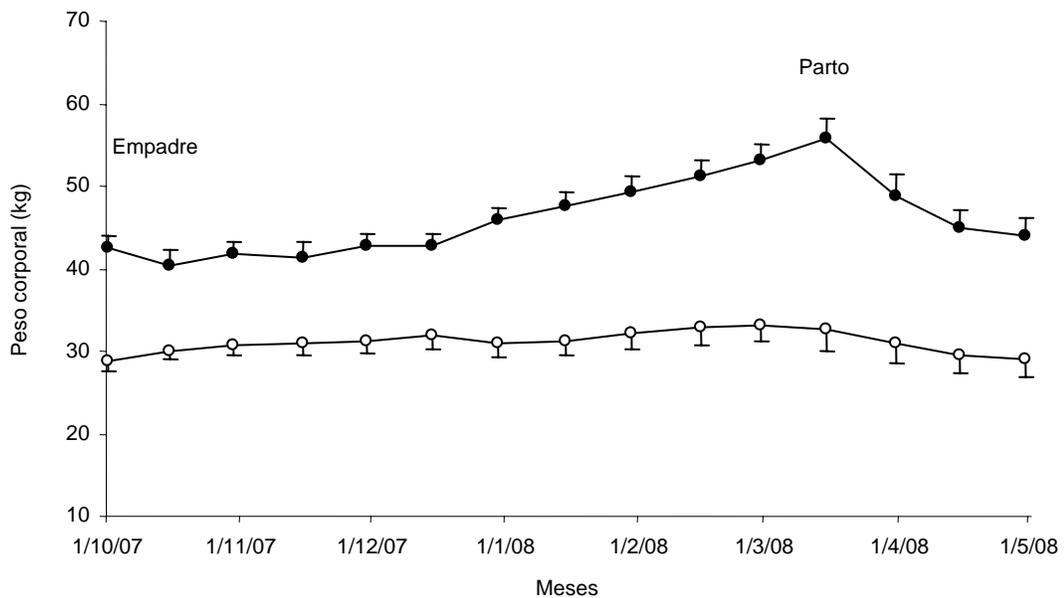


Figura 4. Evolución del peso corporal de las hembras Alpinos gestantes (26° N) adaptadas al subtrópico mexicanos, y sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo de la región, un grupo de hembras bien alimentadas (círculos negros) y hembras mal alimentadas (círculos blancos).

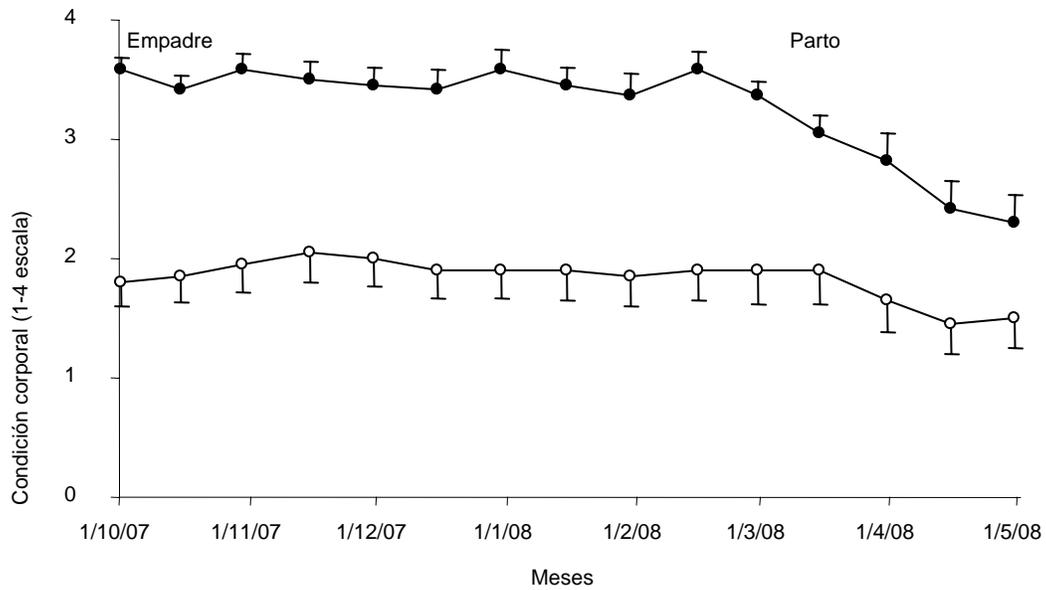


Figura 5. Evolución de la condición corporal de las hembras Alpinos gestantes (26° N) adaptadas al subtrópico mexicano, y sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo de la región, un grupo de hembras fue bien alimentadas (círculos negros) y otro grupo hembras fue mal alimentado (círculos blancos).

V. DISCUSIÓN

La condición corporal y peso corporal no afecto el porcentaje total de hembras Alpinas que presentaron actividad estral al ser sometidas al efecto macho. En efecto, el porcentaje de hembras en estro en los primeros diez días en ambos grupos de hembras fue mayor al 90%. Las hembras desnutridas pudieron responder adecuadamente al efecto macho ya que aunque tenían una condición corporal baja su condición era solamente baja. Es probable que aunque se les dio una dieta a base de paja de avena esta dieta les proporciona los requerimiento mínimos necesarios de manteniendo. En efecto, se ha reportado que las hembras con una condición corporal mayor de 1.7 (escala de 1 a 4) pueden responder a la introducción de los machos (De Santiago-Miramontes *et al.*, 2008). Otro factor que pudo influir en la alta repuesta de los dos grupos fue que el empadre fue realizado al inicio de la actividad reproductiva de las hembras (Carrillo y Véliz, 2007), En efecto, se ha reportado que las hembras responden mejor cuando están en el inicio de la estación reproductiva (Walkden-Brown *et al.*, 1999). En efecto, cuando el empadre se realiza un poco antes de la estación reproductiva de las hembras estas ya están receptivas a la introducción de los machos. Otra posibilidad por la que las hembras mal alimentadas respondieron a la introducción de los machos al igual que las hembras bien alimentadas es probablemente que se debiera a que los machos estaban sexualmente activos. Aunque en el presente estudio no se determino el comportamiento sexual de los machos es probable que estos estuvieran muy activos por que estaban en la estación reproductiva. En efecto, se

ha reportado que los machos Alpinos del norte de México empiezan en el mes de septiembre (Carrillo y Véliz, 2007). No obstante la respuesta total estral fue similar en ambos las hembras del grupo mal alimento tuvo una latencia más corta al estro, esto probablemente fue debido a que este grupo tenía una separación mayor del grupo de los machos lo cual pudo influir en su respuesta, otra hipótesis es que al estar mal alimentadas la inhibición gonadotropina estuviera más intensa lo que podría haber ocasionado que casi no hubiera oleadas foliculares y la introducción del macho pudiera inducir estas, mientras que las otras hembras al tener oleadas foliculares estas pudieran influir negativamente en su latencia al tener que esperar el nacimiento de una nueva oleada y así poder generar un folículo ovulatorio (Walkden-Brown *et al.*, 1999). Además de esta respuesta la fertilidad fue diferente entre los dos grupos, esto pudo ser debido a que la alimentación pudo influir negativamente en la tasa ovulatoria en el grupo mal alimentado (Forcada *et al.*, 1992; De Santiago-Miramontes *et al.*, 2008). Sin embargo, otra posibilidad es que la calidad de los embriones fue menor lo que pudo ocasionar una mayor muerte embrionaria, lo que ocasionaría una menor prolificidad (Martin *et al.*, 2004).

Es importante determinar si alguna suplementación durante o antes del empadre en las cabras del subtrópico Mexicano puede mejorar la tasa ovulatoria y mejorar la prolificidad, o si esta solamente ocasiona una mayor muerte embrionaria.

VI. CONCLUSIÓN

Las hembras Alpino del subtropico mexicano respuesta al efecto macho (porcentaje de hembras en estro, gestación) no influenciada por su condición corporal y peso corporal solamente la prolificidad.

VII. REFERENCIAS

- Bleache D, Zhang S, Martin GB. 2003. Fertility in males: modulators of the acute effects of nutrition on the reproductive axis of male sheep. *Suppl. 61*: 387-402.
- Bronson FH, Heideman PD. 1994. Seasonal regulation of reproduction in mammals. In: Knobil E, Neill JD, editors. *The Physiology of Reproduction*. 2nd edition. Raven Press: New York. 541-583.
- Cantu J,E. 2004. *Zootecnia de ganado caprino*. 2º. Edición, Departamento de Producción Animal. UAAAN-UL.
- Carrera C. 1984. *La cabra. Uno de los animales mas eficientes ecológicamente. Productividad caprina*. FMVZ de la UNAM, México, DF.
- Cameron AW, Batt PA. 1989. The effect of continuous or sudden introduction of bucks on the onset of the breeding season in female goats. *Proceedings of the twenty firs annual conference*. Monash University Australia September. 25-27

Chemineau P, Daveau A, Maurice F, Delgadillo JA. 1992. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Rumin. Res.* 8: 299-312.

Cruz-Castrejon U, Véliz FG, Rivas-Muños R, Flores JA, Hernández H, Duarte Moreno G. 2007. Respuesta de la actividad sexual a la suplementación alimenticia de machos cabrios tratados con días largos, con manejo extensivo a libre acceso. *Tec. Pecu. Mex.* 45(1): 93-100.

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.

De Santiago-Miramontes, R Rivas, M Muños-Gutiérrez B Malpoux, RJ Escaramuzzi, JA Delgadillo. 2008. The ovulation rate in anoestrous females goats manager under grazing conditions and exposed to the male effect is increased by nutritional supplementation. *Anim Reprod. Sci.* 105. 408-416.

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 fotoperiodicos y efecto macho. Vet. Méx. 34 (1): 69-79.

Delgadillo JA, Flores JA, Véliz FG, Hernández HF, Duarte G, Vielma J, Poindron P, Chemineau P, Malpoux B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. J. Anim. Sci. 80: 2780-2786.

Delgadillo JA. 2005. Inseminación artificial en caprinos. Trillas, 1ra. Edición. D.F., México, p. 91.

Duarte G. 2000. Estacionalidad reproductiva y efecto del fotoperiodo sobre la actividad ovulatoria de las hembras caprinas Criollas de la Comarca Lagunera (Tesis de doctorado). México (D.F.) México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Evans ACO, Duffy P, Haynes N, Boland MP. 2000. Waves of follicle development during the estrous cycle in sheep. Theriogenology. (53): 699-715.

Forcada F, Abecia JA, Sierra ???. 1992. Seasonal changes in oestrous activity and ovulation rate in raza Argonesa ewes maintained at two different body condition levels Small Rumin. Res. 8, 313-324.

Godfrey RW, Gray ML, Collins JR. 1998. The effect of ram exposure on uterine involution and luteal function during the postpartum period of hair sheep ewes in the tropics. *J. Anim. Sci.* Dec: 76(12): 3090-4.

Heredia M, Porras A, Velásquez A, Bores R, Rojas S. 2003. Evaluación del “efecto macho” y de la condición corporal sobre la estacionalidad reproductiva de la oveja Pelibuey. *Memorias de 3er Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos.* 77–9; Viña del Mar, Chile: ALEPRYCS, 2003: Rep-14.

Hulet CV, Shupe WL, Ross T, Richards W. 1986. Effects of nutritional environment and ram effect on breeding season in range sheep. *Theriogenology.* 25(2): 317-323.

Martin GB, Hötzel MJ, Blache D, Walkden-Brown SW, Blackberry MA, Boukhling R, Fisher JS, Miller DW. 2002. Determinants of the annual pattern of reproduction in mature male Merino and Suffolk sheep: modification of responses to photoperiod by an annual cycle in food supply. *Reprod. Fertil. Dev.* 14: 165-175.

Martin GB, Rodger J, Blache D. 2004. Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. *Reprod. Fertil. Dev.* 16: 491-501.

Martin GB, Walkden-Brown SW, Boukhliq R, Tjondronegoro S, Miller DW, Fisher JS, Otezel MJ, Restal I, BJ, Adams, NR. 1994. Non – photoperiodic inputs imputes into seasonal breeding in male ruminantes. Sin perspectives in comparative endocrinology. Eds K.G. Davey, R.E. Peter, S.S Tobe. National research Council of canadá: Ottagua, pp.574-58.

Nottle MB, Kleemann DO, Grosser TI, Seamark RF. 1997. Evaluation of a nutritional strategy to increase ovulation rate in Merino ewes mated in late spring-early summer. Anim..Reprod. Sci. 47: 255-261.

Nottle MB, Kleemann DO, Seamark RF. 1997. Effect of previous under nutrition on the ovulation rate of Merino ewes supplemented with lupin grain. Anim. Reprod. Sci. 49: 29-36.

O'Callaghan D, Donovan A, Sunderland SJ, Boland MP, Roche JF. 1994. Effect of the presence of male and female flockmates on reproductive activity in ewes. J. Reprod. Fertil. 100: 497-503.

Rekwot PI, Ogwu D, Oyedipe EO, Sekoni VO. 2001. The role of pheromones and biostimulation in animal reproduction. Anim. Reprod. Sci. 65: 157-170.

Restall BJ. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. Anim. Reprod. Sci. 27: 305–318.

Rosa HJD, Bryant MJ. 2002. The 'ram effect' as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. A review. *Small Rum. Res.* 45: 1-16.

SAGARPA. 2005. Boletín informativo 095 05 México, DF, 05 Marzo 2005.

Shutrlan S, R, D. 1987. Progesterone concentration and pulsatile LH secretion, during normal oestrous cycles in Angora-cross does, in: TF Reardon, JL Adams, AG Campbell, RW Sumer (editors), *proa.4 th A.A.A.P. Anim Sci.congreso, asian-Australasian. ASSOC. Anim. Prod. Soc.* p, 246

Tanaka T, Akaboshi N, Inoue Y, Kamomae H, Kaneda Y. 2002. Fasting-induced suppression of pulsatile luteinizing hormone secretion is related to body energy status in ovariectomized goats. *Anim. Reprod. Sci.* 72: 185-196.

Thimonier J, Cognie Y, Lassoued N, Khaldi G. 2000. L'effet mâle chez les ovins: une technique actuelle de maîtrise de la reproduction. *INRA Prod. Anim.*13(4): 223-231.

Véliz FG, Moreno S, Duarte G, Vielma J, Chemineau P, Poindrom P, Malpoux B, Delgadillo JA. 2002. Male effect in seasonally anovulatory lacting goats

depends on the presence of sexually active bucks, but not estrous females. *Anim. Reprod. Sci.* 72: 197-207

Walkden-Brown SW, Martin GB, Restall BJ. 1999. Role of male–female interaction in regulating reproduction in sheep and goats. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 52: 243–257.

Walkden-Brown SW, Restall BJ, Scaramuzzi RJ, Martin GB. 1997. Seasonality in male Australian cashmere goats: long term effects of castration and testosterone or oestradiol treatment on changes in LH, FSH and prolactin concentrations, and body growth. *Small Rumin. Res.* 26: 239-252.

Wright PJ, Geytenbeek PE, Clarke IJ. 1990. The influence of nutrient status of post-partum ewes on ovarian cyclicity and on the oestrous and ovulatory responses to ram introduction. *Anim. Reprod. Sci.* 23: 293–303.

Zarazaga LA, Guzmán JL, Domínguez C, Pérez MC, Prieto R. 2005. Effect of plane of nutrition on seasonality of reproduction in Spanish Payoya goats *Anim. Reprod. Sci.* 87, 3-4: 253-267.