

CARACTERÍSTICAS DEL SEMEN DE MACHOS CABRÍOS Y PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS DE CABRAS EN EL NORTE DE MÉXICO

FRANCISCO JAVIER PASTOR LÓPEZ

Tesis

**Presentada como requisito parcial para
obtener el grado de:
Maestro en Ciencias
en Zootecnia**



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
Subdirección de Postgrado
Buenavista, Saltillo, Coahuila,
junio del 2005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

CARACTERÍSTICAS DEL SEMEN DE MACHOS CABRÍOS Y
PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS
DE CABRAS EN EL NORTE DE MÉXICO

TESIS

POR

FRANCISCO JAVIER PASTOR LÓPEZ

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y
aprobada como requisito parcial para optar el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN ZOOTECNIA

COMITÉ PARTICULAR

Asesor Principal: _____
Dr. Miguel Mellado Bosque

Asesor: _____
Dr. Ramiro López Trujillo

Asesor: _____
Dr. Álvaro Rodríguez Rivera

Dr. Jerónimo Landeros Flores
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Junio de 2005

Agradecimientos

Agradezco a mis asesores la oportunidad que me dieron, al haber creído en mi y ser parte importante en esta etapa de mi formación y de mi vida.

Al Dr. Miguel Mellado por haberme guiado y transmitido un poco de su experiencia.

Al Dr. Ramiro López por sus comentarios objetivos y certeros.

Al Dr. Álvaro Rodríguez por ser siempre un respaldo, que me apoyó incondicionalmente.

Doy gracias también a la Química Marisela Lara, ya que me brindó todo el apoyo técnico para la realización de estos trabajos.

A la persona que ha sido mi mejor ejemplo de vida

Cristina Morales García †

COMPENDIO

Características del semen de machos cabríos y parámetros productivos y reproductivos de cabras en el norte de México.

POR

FRANCISCO JAVIER PASTOR LÓPEZ

MAESTRIA

ZOOTECNIA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, JUNIO 2005.

Dr. Miguel Mellado Bosque - Asesor –

Palabras Clave: Composición botánica, Metabolitos en suero, Minerales en suero, Características del semen, Reproducción, Proporción sexual, Porcentaje de crecimiento, Gestaciones múltiples, Cabras

En los sistemas extensivos los machos cabríos subsisten a través del año exclusivamente de la vegetación nativa, la diversidad de constituyentes en la dieta conduce a una amplia variabilidad en nutrientes así como en la ingestión en fitotoxinas a través del año, consecuentemente, la calidad del semen es afectada por la fluctuación de nutrientes y fitoquímicos en los forrajes.

Para ver el efecto de la dieta sobre la calidad del semen, se utilizaron 18 machos cabríos de raza indefinida en condiciones de manejo extensivo. Se determinó la composición de la dieta mediante la técnica microhistológica, algunas características del semen, metabolitos en sangre y algunos minerales en sangre y en heces, en abril y agosto de 2004.

En base a los constituyentes de la dieta, se clasificó a los machos en dos grupos: aquellos con altos o bajos niveles de los diferentes forrajes del agostadero. Los machos con mayor consumo de *Acacia greggii*, *Flourensia cernua* y *Lindleya mespiloides*, ($P < 0.05$) produjeron menos ($P < 0.05$) semen que los animales con bajo consumo de estas especies. La motilidad se redujo de 3 a 8 % ($P < 0.05$) con altos niveles de consumo de seis arbustos. Los machos cabríos que consumieron altos niveles de *Acacia greggii* mostraron bajos porcentajes de espermatozoides normales (92 ± 10 vs 96 ± 3 ; $P < 0.05$) que los machos cabríos con bajo consumo de este forraje. Altas proporciones de *Rhus virens* y *Solanum elaeagnifolium* en la dieta de los sementales aumentó el porcentaje de espermatozoides normales (5 unidades, $P < 0.05$). El incremento en el consumo de *Acacia greggii*, *Dalea bicolor*, *Opuntia rastrera* y *Cowania plicata* redujo en 5 unidades porcentuales los espermatozoides vivos ($P < 0.05$). El análisis de los metabolitos en sangre mostró que un incremento en el consumo de *Acacia greggii* y *Parthenium incanum* se relacionó con un mejor estado nutricional de los machos cabríos.

Zinc (-), cobre (-) y glucosa (+) fueron variables que predijeron significativamente el volumen del semen ($r^2= 0.30$). Cu (-) y colesterol (-) explicaron el 37 % de la variación en los espermatozoides normales. Cuarenta y cuatro por ciento de la variación en anomalías secundarias de los espermatozoides fue explicado por Zn (+) y colesterol (+), mientras que el N fecal, las proteínas totales en suero y los niveles de creatinina afectaron positivamente el porcentaje de espermatozoides vivos ($r^2= 0.37$). Estos resultados indican que la ingestión de algunos arbustos del desierto de Chihuahua afectó la calidad seminal y el perfil metabólico de los machos cabríos.

En algunas especies de mamíferos pluríparos, la posición del feto en el útero es un factor durante la vida fetal que puede alterar el desarrollo de los órganos reproductivos, el comportamiento sexual y el desarrollo reproductivo en animales adultos.

El segundo trabajo aborda el efecto del medio intrauterino sobre el desarrollo productivo y reproductivo de las hembras caprinas el cual aparentemente no ha sido documentado, por lo que este estudio examinó el efecto de la influencia del sexo durante gestaciones múltiples sobre algunos parámetros productivos y reproductivos de las cabras adultas bajo condiciones de producción extensiva. Las cabras fueron agrupadas de acuerdo al sexo de los fetos en la camada: hembras (H, HH o HHH; $n = 356$) y hembras y machos (HM, HHM o HMM; $n =$

270). Peso al nacimiento (3.11 ± 0.04 vs 2.95 ± 0.06 kg), peso a los 25 días de edad (7.36 ± 0.16 vs 7.27 ± 0.25 kg) y promedio de ganancia diaria del día 1 al día 25 de edad (170 ± 6 vs 174 ± 9 g) fueron similares para hembras nacidas con otra hembra que las nacidas con un macho. No hubo efecto del sexo opuesto sobre hembras nacidas en la misma camada, ya que su porcentaje de gestaciones fueron (0.71 vs 0.72 ; 1855 total de servicios), prolificidad (1.63 ± 0.02 vs 1.66 ± 0.03) y edad al primer parto (700 ± 12 vs 721 ± 18). Estos descubrimientos indican que la coexistencia de una hembra con uno o dos machos durante la gestación no altera el crecimiento y el desarrollo reproductivo de las cabras adultas.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Características anatómicas del aparato.....	6
reproductor del macho cabrio	
La necesidades nutritivas para el.....	6
desempeño sexual del macho	
Características del semen y técnicas usadas	12
para su evaluación	
Diferenciación sexual prenatal.....	15
El fenómeno de la posición intrauterina.....	16
Efecto de la proporción macho hembra en.....	20
la camada sobre rasgos productivos y	
reproductivos	
ARTÍCULOS.....	23
Relation among semen quality and buck.....	23
diets on rangeland	
Productive and reproductive parameters.....	49
of does as a function of sex of siblings	
during gestation	
CONCLUSIONES.....	60
LITERATURA CITADA.....	62

ÍNDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 2.1 Concentración de minerales en sangre de ganado.....9 caprino (ppm) en pastoreo en diferentes épocas del año.	
Cuadro 2.2 Concentración de minerales en sangre (ppm) de.....9 cabras en pastoreo en diferentes estados fisiológicos.	
Cuadro 2.3 Características del semen de macho cabrio.....14	

1. INTRODUCCIÓN

La mayoría de las cabras en México existen en tierras ejidales, donde son manejadas bajo condiciones extensivas tradicionales. En este sistema de producción todas las gestaciones se derivan de monta natural. Al igual que las cabras, los machos cabríos subsisten a través del año exclusivamente de vegetación nativa, esto implica que existen periodos inadecuados de nutrición debido a lo complejo, la heterogeneidad y la naturaleza incierta de las zonas desérticas.

La diversidad de constituyentes en la dieta de los machos cabríos conduce a una amplia variabilidad en nutrientes así como en la ingestión en fitotoxinas a través del año, consecuentemente, la calidad del semen es afectada por la fluctuación de nutrientes y fitoquímicos en los forrajes en estas zonas (Vera Avila *et al.*, 1997). Debido a esto es necesario examinar los efectos de varios forrajes con altos niveles de aleloquímicos consumidos por los machos cabríos sobre la calidad del semen y su estado nutricional.

Un componente clave en la eficiente producción del macho caprino bajo condiciones extensivas es un alto nivel de fertilidad. Cualquier factor que disminuya su capacidad reproductiva puede ser suficiente para impactar la

producción de cabritos. Desafortunadamente la evaluación reproductiva de los machos cabríos es una práctica de manejo inexistente en estos sistemas de producción extensiva de cabras en México, por lo tanto se desconoce como las condiciones externas afectan la calidad del eyaculado en estos animales. A pesar de la importancia que tiene la nutrición como regulador de la reproducción, encontramos que no se han realizado investigaciones bajo condiciones extensivas del efecto nutritivo sobre las características del semen caprino.

Con la misma prioridad que se debe manejar al semental caprino, debe manejarse a las hembras, y en especial a las futuras hembras de reemplazo, por lo cual es importante conocer el efecto de la proporción macho-hembra en la vida intra-uterina sobre la fertilidad subsecuente de las cabras.

En algunas especies de mamíferos pluríparos, la posición del feto en el útero se relaciona al sexo de la cría, lo que es un factor durante la vida fetal que puede alterar el desarrollo de los órganos reproductivos, el comportamiento sexual y el desarrollo reproductivo en animales adultos. En ratones, cuando una hembra se sitúa entre dos machos en el útero, posteriormente muestra una baja capacidad reproductiva (Drickamer, 1996; vom Saal y Bronson, 1978), retrasa su pubertad (vom Saal *et al.*, 1991), y aumenta la agresividad (vom Saal, 1983), comparado con hembras situadas entre hembras en el útero. Las hembras porcinas tienen más posibilidades de presentar bajos porcentajes de crianza

exitosa, esto por haber nacido en una camada con predominancia de machos (Drickamer *et al.*, 1997), que las cerdas nacidas en camadas con una menor proporción de machos (Lamberson *et al.*, 1988). En ovinos, la proporción sexual durante la gestación no altera la edad y el peso a la pubertad, el desarrollo postnatal de los ovinos, ni la variación de la ovulación en el tamaño de la camada, pero la mortalidad embrionaria aumenta por la presencia de machos durante la vida intra-úterina (Avdi y Driancourt, 1997).

Además, los moruecos nacidos con otro macho gemelo, tienen altas probabilidades de ser clasificados con una alta capacidad reproductiva, mas que los nacidos con un gemelo hembra (Fitzgerald *et al.*, 1993). El efecto del medio intrauterino sobre el desarrollo productivo y reproductivo de las hembras caprinas aparentemente no ha sido documentado.

En atención a lo anterior los objetivos, de los trabajos que aquí se presentan fueron:

Probar la hipótesis que la composición botánica de la dieta de los machos en pastoreo se relaciona con el metabolismo y los niveles de minerales en sangre y algunas características del semen (Articulo en revisión en Journal of Arid Environment).

El objetivo de este estudio fue determinar si el sexo de los hermanos durante la vida uterina, afecta los subsecuentes parámetros productivos y reproductivos de las hembras caprinas (Artículo publicado en Journal of Animal and Veterinary Advances 2005, 4(4):427-429.)

2. REVISIÓN DE LITERATURA

La cabra es una especie poliéstrica estacional, que para su reproducción depende del fotoperíodo en su ambiente (Ricardi *et al.*, 2003), en zonas templadas (>35°N) presenta su época reproductiva durante el otoño, de tal forma que se logra que la época de pariciones, en primavera coincida con la mayor disponibilidad de forraje posible (Álvarez y Zarco, 2001), sin embargo, el fotoperíodo es solo uno de los factores que inciden en la reproducción.

Para el macho cabrio, además del fotoperíodo intervienen factores como: la raza, la edad, el ambiente, la nutrición, la época del año y el manejo de los animales (Dunn y Moss, 1992; Karagiannidis *et al.*, 2000; Zhang, 2000). Los machos producen el mejor semen durante la temporada de empadre, entendiéndose mejor calidad, cuando se presentan altos porcentajes de: motilidad de los espermatozoides, motilidad espermática progresiva y porcentaje de espermatozoides normales (Karagiannidis *et al.*, 2000). Cabe recordar que dentro de las fracciones del semen, los espermatozoides o gametos masculinos, son la fracción más importante, los espermatozoides tienen la función básica de transportar la información genética del individuo, hasta el ovocito, para la multiplicación de la especie (Rodríguez-Martínez, 2000).

2.1. Características anatómicas del aparato reproductor del macho caprino

Hablando ya de otros factores que intervienen en la fertilidad, tal vez el factor anatómico de mayor importancia, es la circunferencia escrotal, ya que ésta se correlaciona con el peso corporal, el porcentaje de espermatozoides normales, el porcentaje de defectos primarios de los espermatozoides y el porcentaje de motilidad espermática. Un examen que abarca la anatomía y la fisiología del macho, es el examen de vigor reproductivo (BSE). Dicho examen ha sido usado en EU, por más de 40 años, con buenos resultados en la selección de sementales bovinos, tomándose además como modelo para otras especies (Keen *et al.*, 1999).

2.2. Las necesidades nutritivas para el desempeño sexual del macho

La nutrición es un factor íntimamente ligado con el peso vivo, lo que implica que un animal mal nutrido presenta una disminución en su libido y afecta la calidad seminal. Para el norte de México son comunes bajos niveles reproductivos en hatos de caprinos en agostadero, esto debido a que la temporada de empadre coincide con la época seca del año, además en estos sistemas de producción no se suplementa con concentrado ni con minerales (Mellado *et al.*, 2004^a). Dentro de los nutrientes que los machos requieren en mayor cantidad está el calcio, fósforo y la vitamina A (Arbiza y de Lucas, 2001). Delgadillo *et al.* (2001) mencionan que la nutrición es un factor que controla la

época reproductiva, ya que los niveles de nutrientes están correlacionados con la actividad endocrina, el comportamiento sexual y la actividad gonadal.

El bienestar total de un animal depende de varios macro y micronutrientes, por lo que conocer a detalle los requerimientos alimenticios de cada animal, de acuerdo a su etapa fisiológica y establecer estrategias adecuadas, son tareas importantes para la producción. Si se fracasa en una alimentación adecuada, bajara la tasa reproductiva; la pubertad de machos y hembras será tardía y aumentarán las enfermedades (Arbiza y de Lucas, 2001).

La principal fuente de alimento para caprinos en zonas áridas y semiáridas del mundo es el pastoreo de plantas, que casi siempre se complementa con el consumo de arbustivas, especialmente durante la época seca, que es cuando los arbustos proveen proteínas y aminoácidos que en ese periodo los pastos no proveen por encontrarse en dormancia.

El consumo de arbustos generalmente aporta las proteínas adecuadas para la producción de cabras, esto comparando con el contenido proteico de gramíneas y leguminosas. Sin embargo, las especies consumidas por las cabras presentan la mitad de la proteína cruda (PC) como ácido detergente insoluble, dando así solo 9.7% de PC disponible. Además estas especies tienen bajo contenido energético, siendo una desventaja en estos sistemas, ya que

son regiones donde los animales caminan largas distancias para consumir la dieta, lo que aumenta sus necesidades de energía (Ramírez *et al.*, 1991).

En un estudio llevado por Mellado *et al.* (2004^b), en el sureste de Coahuila, determinaron que los caprinos consumen preferentemente arbustos de hojas tiernas y evitan las gramíneas; dentro de las plantas mas utilizadas se encontraron *Acacia farnesiana* y *Parthenium incanum*, dichas plantas reflejaron un mejor estatus nutricional de los animales.

La determinación de especies preferidas y consumidas por caprinos en México se ha estudiado, no así, el efecto que tiene cada nutriente que constituyen los forrajes disponibles sobre las funciones reproductivas. Los mamíferos en general y los caprinos en particular no pueden sobrevivir a una deficiencia prolongada de cualquier nutriente requerido. Dentro de las necesidades de energía, la de sobrevivir tiene prioridad, mientras que la reproducción se encuentra en el último lugar de las prioridades de los animales, por lo que ésta cesa al disminuir las reservas energéticas del animal ante una deficiencia de cualquier nutriente (Dunn y Moss, 1992).

Después de la energía y la proteína, los minerales son los nutrientes esenciales que en un momento dado pueden limitar la producción. Referente a este aspecto se han realizado diversos estudios en el norte de México, determinando minerales en sangre de caprinos; los autores han encontrado

deficiencias en fósforo (P), siendo aguda en algunos animales; también hubo una deficiencia menor en potasio (K), en cuanto al nivel de otros minerales se considera normal, aunque el rango de variación es amplio como se puede apreciar en los siguientes Cuadros:

Cuadro 2.1 Concentración de minerales en sangre de ganado caprino (ppm) en pastoreo en diferentes épocas del año.

Mineral	Mejía (1984)	Mejía (1986)	Pérez (1987)		Salinas (1989)		
	Enero-Junio	Abril-Julio	Julio	Nivel normal	Verano	Invierno	Nivel normal
Ca	120-185	55-340	55-340	90-120	80-120	40-280	80-120
P	19-100	22-78	24-79	50-65	2.4-7.6*	1.8-9.3*	5.0*
Mg	21-58	16-50	20-49	25-35	24-29	20-32	20
K	151-238	144-381	144-381	200	260-520	70-160	166
Na	3300-8750	2250-7300	2300-7300	3000	2650-2950	2140-3340	2440
Fe	0.8-4.2	1.3-3.3	1.2-3.1	1.5-3.0	3-39.6	1.3-8.9	0.6-2.7
Cu	0.6-1.7	0.6-2.2	0.7-2.7	0.6-1.5	0.9-1.8	0.23-1.04	0.6-2.7
Zn	0.6-2.3	0.7-2.9	0.7-9.8	0.5-1.2	0.8-2.5	0.38-1.8	0.6-1.5
Mn			30.0-50.7	50	0.5-1.0	0.0-0.02	1.0
Co			0.71-1.5	0.1			0.05

*mg/100 ml de sangre

Tomado de Vargas y López (1991).

Cuadro 2.2 Concentración de minerales en sangre (ppm) de cabras en pastoreo en diferentes estados fisiológicos.

Mineral	Cabras	Añojas	Triponas	Sementales	Nivel normal
P	1.81-6.99*	2.99-7.6*	3.88-9.32*	2.39-6.38*	5.0*
Ca	40-280	60-190	60-130	90-110	80-120
Mg	20-29	21-32	22-30	22-27	20
Na	2140-3330	2430-3340	2240-2990	2350-2900	2440
K	70-350	90-520	80-340	70-280	166
Cu	0.38-1.8	0.23-1.74	0.44-1.2	0.57-1.3	0.6-1.5
Fe	1.43-15.2	1.32-39.6	2.10-9.8	2-4.6	0.6-2.7
Zn	0.57-1.74	0.38-2.5	0.57-1.1	0.6-1.95	1.0
Mn	0-0.61	0-1.0	0-0.02	0	0.05

*mg/100 ml de sangre

Adaptado de Vargas y López (1991).

El requerimiento de minerales depende de la edad, el sexo, el estado fisiológico, la forma física del elemento, el balance mineral en la ración y el clima (Arbiza y de Lucas, 2001). Los minerales son requeridos por el

metabolismo celular para el mantenimiento y el crecimiento de cada etapa productiva. Sin embargo, cada mineral tiene funciones específicas en los órganos reproductivos, y su requerimiento cambia de acuerdo al ciclo reproductivo del animal (Cupic *et al.*, 1998).

Los microminerales son necesarios para la síntesis de vitaminas, la producción de hormonas, la actividad enzimática, la formación de colágeno, la síntesis de tejido, el transporte de oxígeno, la producción de energía y otros procesos fisiológicos relacionados al crecimiento, reproducción y salud. Si existiera déficit de algún mineral, los animales presentan síntomas característicos de la deficiencia a cada uno.

El cobre (Cu) es un elemento esencial para la reproducción, su deficiencia presenta una sintomatología con anemia, diarrea, depresión del crecimiento, cambio en el color de pelo, ataxia neonatal, infertilidad temporal, debilidad, hueso frágiles. Describiendo los síntomas en los machos en producción, les disminuye el libido y la espermatogénesis. Para la deficiencia de manganeso (Mn) aumenta el porcentaje de espermatozoides anormales (Paterson *et al.*, s/f).

La producción de semen requiere de una extensa división celular y esto requiere grandes cantidades de zinc (Zn). Este elemento está involucrado en el metabolismo del ácido nucleico y de las proteínas, y es fundamental para la

diferenciación celular y su replicación. El Zn es esencial en la producción de muchas de las hormonas sexuales incluyendo la testosterona y la hormona liberadora de gonadotropinas. También es importante para la formación de la cola del espermatozoide y se requiere para la producción de un compuesto antibacterial que se libera desde la próstata al semen. El zinc se requiere para el crecimiento testicular y su desarrollo para la espermatogénesis. También actúa en el crecimiento corporal y en el apetito (Neathery *et al.*, 1973; Kendall *et al.*, 2000).

En un estudio realizado por Neathery *et al.* (1973), donde sometieron a machos cabríos a una dieta deficiente en zinc, observaron que a las 8 semanas, los testículos eran más pequeños que el grupo control; estos animales no presentaron libido en 77.2% de las oportunidades, los animales trataron de montar, pero al intentar pararse sobre sus patas traseras presentaban espasmos musculares (posiblemente consecuencia de la deficiencia sobre el sistema nervioso). A las 24 semanas los túbulos seminíferos tenían solo espermatogonias.

Kendall *et al.* (2000) reportaron que la suplementación con zinc aumenta la producción diaria de esperma y reduce la proporción de espermatozoides anormales. El zinc también tiene propiedades antioxidantes que protegen a los espermatozoides del efecto tóxico de otros elementos.

Cuando existe una deficiencia de P hay disminución en la condición corporal y en el peso corporal, lo que resulta en una disminución de alimento. La disminución en el consumo de alimento puede ser causada por una disminución del apetito, deficiencia en la locomoción o ambas. No es claro si la reducción en la reproducción es causada por el P en si o debido a la disminución de la condición corporal (Dunn y Moss, 1992).

Una severa restricción en la dieta se asocia con la ausencia de espermatozoides en los túbulos seminíferos y en el epidídimo (Neathery *et al.*, 1973). La temporada de empadre y la poligamia en caprinos, puede producir que los requerimientos de semen sean altos en un periodo de tiempo corto, por lo que la calidad del semen disminuye y también la producción (Kendall *et al.*, 2000).

2.3. Características del semen y técnicas usadas en su evaluación

Las características del semen en caprinos y otras especies (principalmente bovinos), se comenzaron a determinar a partir del interés en la inseminación artificial (IA) (Karagiannidis *et al.*, 2000), biotecnología que se desarrollo a partir de mediados del siglo pasado. Sin embargo hasta hace poco las pruebas disponibles o de rutina *in vitro*, eran subjetivas, por lo que la valoración era muy inexacta (Gil *et al.*, 2000).

Debido a esta inexactitud, se han creado pruebas como la combinación de fluoroforos, la fertilización *in vitro* (IVF), el sistema automático de análisis para la morfología del espermatozoide (ASMA) y el equipo de asistencia computacional (CASA), que realizan mediciones efectivas, revelando diferencias entre individuos, que no es posible percibir mediante los métodos tradicionales (Farell *et al.*, 1998; Sancho *et al.*, 1998; Gil *et al.*, 2000). Desafortunadamente, muchas de estas técnicas o equipos, aún no están disponibles en México, debido a lo costoso de estos equipos, por lo que se sigue trabajando con las técnicas tradicionales.

Los parámetros del semen que se estudian rutinariamente son: el volumen del eyaculado, el número total de espermatozoides por eyaculado, la motilidad espermática, la concentración espermática/ml, el porcentaje de espermatozoides normales, el porcentaje de espermatozoides con el acrosoma intacto, el tiempo de sobrevivencia (Karagiannidis *et al.*, 2000; Zhang, 2000), el color, el olor, la consistencia y el pH. Los parámetros de referencia para caprinos se muestran en la Cuadro 2.3.

De los factores mencionados anteriormente, el más significativo, de los parámetros es el porcentaje de espermatozoides normales, debido a que su correlación con la fertilidad es de 80% (Farell *et al.*, 1998). Cuando se presenta un alto porcentaje de anormalidades espermáticas, éstas indican un estrés biológico y/o exposición a tóxicos (Sancho *et al.*, 1998), lo que origina el daño

sobre los espermatozoides y la falla en la fecundación. Foote (2003) menciona que una buena calidad del semen, es un requisito que el macho debe cumplir para que al depositar el semen en el tracto femenino se logre un ciclo reproductivo, o en otras palabras, para lograr la fertilidad.

Cuadro 2.3 Características del semen de macho cabrio

Color	Volumen /ml	pH	Motilidad progresiva	Concentración millones/ml
Blanco lechoso-grisáceo	1.6 (.1-6)	6.7 (6.2-7.2)	75.5 (55.1-90)	3358 (1650-6500)

Anormalidades		Porcentaje de normales	Porcentaje de vivos	Porcentaje con acrosoma dañado
Primarias	Secundarias			
9.0 (4.5-13.6)	Totales 12.5 (5-20)	90 (75-95)	78.3 (63-94.1)	4.6 (1.1-11.1)

Longitud total/Micras	Longitud de la cabeza/Micras	Anchura de la cabeza/Micras	Grosor de la cabeza/Micras
55-60	8-10	4	1.0

Adaptado de: Hernández y Fernández 1999.

En condiciones de campo, la valoración de la fertilidad se realiza mediante el no retorno al estro de la hembra, después de la primer monta natural o IA; el empleo de esta valoración requiere considerar las variables que afectan la fertilidad y evitan la preñez (Farell *et al.*, 1998).

Durante muchos años la técnica predilecta para la obtención de semen ha sido el electroeyaculador, esta técnica se viene usando desde la aparición de la IA, sin embargo en muchos países europeos se considera inhumano, por que causa dolor en los animales, eleva el cortisol en la sangre y aumenta la frecuencia cardiaca (Mosure *et al.*, 1998). Este procedimiento somete a un

estrés intenso al macho, por lo que se deben considerar sus efectos en los valores sanguíneos para su adecuada valoración. Ante la falta de un trabajo que determine el efecto de la dieta basada en pastoreo de los machos cabríos y su efecto en la calidad del semen, se presenta el primer trabajo.

Además del manejo del macho cabrío para la producción, los caprinocultores deben de procurar tener las mejores hembras disponibles, esto es, animales que lleguen pronto a la pubertad, que tengan una ganancia de peso constante y que desarrollen a plenitud su aparato reproductivo, para así tener la mayor cantidad posible de crías durante la vida productiva de cada hembra.

2.4. Diferenciación sexual prenatal

Alrededor de la mitad de la segunda semana de gestación en roedores, los testículos en los embriones de los machos se diferencian y empiezan a secretar testosterona (Block *et al.*, 1971). En el cerdo la testosterona alcanza su más alta concentración entre los días 30 y 35 de la vida fetal, y luego decrece a concentraciones bajas para el día 50 (Ford *et al.*, 1980).

Vom Saal (1989) indica que en la hembra de los mamíferos la organización de los folículos primordiales en los ovarios ocurre más tarde en la vida fetal, en comparación con la organización de los cordones espermáticos de los testículos de los machos. En los roedores la organización de los folículos primordiales

empieza poco antes del nacimiento, pero esto no significa que los ovarios no tengan actividad en cuanto a secreción de esteroides.

El mismo autor señala que los testículos no son la única fuente de testosterona durante la etapa fetal de roedores. La placenta en la rata y en el ratón secreta tanto androstenona como testosterona, en estas especies, tanto los fetos hembra como los fetos macho son expuestos al andrógeno suplementario de origen placentario, pero la actividad de enzimas involucradas en la síntesis de la testosterona fueron significativamente mayores en placentas colectadas de hembras, en comparación con los fetos de machos durante el día 18 de gestación. Esto podría explicar el porque los fetos de ratón hembra tienen considerables cantidades de testosterona en circulación durante los últimos 4 días de preñez; sin embargo, los fetos macho de ratón tienen una concentración de testosterona 2.5 veces más elevada que en las hembras, debido a la secreción de testosterona por los testículos. Similares diferencias sexuales se han reportado en la exposición de testosterona durante la vida fetal en ratas, hámsters, monos, borregas y en bovinos.

2.5. El fenómeno de la posición intrauterina

La implantación de los embriones con relación al sexo de los fetos adyacentes es un evento aleatorio, de tal forma que no debe haber un diferencia sistemática en genotipo entre animales de diferentes posiciones

intrauterinas (vom Saal *et al.*, 1981). Las diferencias individuales en cuanto a circulación de testosterona, en fetos de ambos sexos de ratón, se correlacionan con el sexo del feto que se encuentra adyacente dentro del útero. Esto quiere decir que los fetos macho tienen mayores niveles de testosterona en comparación con las hembras, y los fetos posicionados en el útero entre dos fetos macho tienen mayor cantidad de testosterona que los animales del mismo sexo posicionados entre dos fetos hembra. Exactamente la relación opuesta se observa para la concentración de estradiol en la sangre de las hembras, las cuales tienen un nivel significativamente mayor que los machos de esta hormona, y los fetos que no tiene un feto macho a su alrededor, tienen una concentración mayor de estradiol en comparación con las hembras rodeadas de dos machos. En los humanos en los monos y en bovinos, el feto femenino también tiene una mayor concentración de estradiol en la sangre en comparación con los fetos macho (vom Saal *et al.*, 1981).

El fenómeno de la posición intrauterina no debe confundirse con el freemartismo de los bovinos. El freemartismo se refiere a la situación donde la vaca gestada con un macho tiene ovotestes, es decir, una combinación de ovarios y testículos, y estos animales son estériles debido al desarrollo incompleto y anormal de los órganos reproductivos (Marcum, 1974).

Estudios de vom Saal (1989) indican que, en contraste al freemartinismo del ganado bovino, se ha examinado la fertilidad de hembras de ratón que tuvieron

una placenta fusionada con una placenta del sexo opuesto. Las dos hembras estudiadas produjeron camadas normales, lo cual indica que en el caso de los ratones existe algún mecanismo que protege a los fetos para que el freemartinismo no se produzca. Las hembras de los ratones que provienen de diversas posiciones intrauterinas no difieren en su capacidad fundamental para producir y mantener a sus crías; sin embargo hay diferencias marcadas, debido a la posición intrauterina, que alteran el comportamiento de las hembras para que puedan reproducirse exitosamente y mantener sus crías.

Una comparación de crías gestadas alrededor de hembras y hembras gestadas alrededor de machos, muestran que las hembras gestadas sin machos fueron sexualmente más receptivas en comparación a hembras gestadas entre machos. Es posible que la exposición a altas concentraciones de estradiol en hembras gestadas sin machos incremente el comportamiento sexual en la etapa adulta. Una hipótesis que contrasta con la anterior es que los elevados niveles de testosterona durante la vida fetal defeminiza las hembras gestadas entre machos, a través de una interferencia activa con el desarrollo de los rasgos típicos de la hembra.

Vom Saal (1989) señala que uno de los mecanismos para el paso de los esteroides entre fetos, es que los esteroides pasan vía el fluido amniótico a través de las membranas placentarias que rodean cada uno de los fetos. Otra posibilidad es que los esteroides sean transportados a través de la circulación

de la orina de la madre. La vasculatura uterina en el ratón y en la rata es interesante en el sentido de que tanto la arteria uterina como la vena forman una curvatura continua. Existen estudios que indican que estas marañas de arterias tanto en la rata como en el ratón tienen la capacidad de que la sangre fluya entre los vasos sanguíneos adyacentes. La vasculatura uterina en las cerdas es completamente diferente a la de los roedores, en las cerdas, las arterias uterinas y las venas que alimentan a cada uno de los cuernos uterinos se ramifica profusamente, formando numerosas anastomosis a partir de los vasos sanguíneos principales. Considerando la diferencia tanto en el espaciamiento de los fetos como en la vasculatura uterina entre roedores y cerdas, vom Saal (1989) indica que es difícil conceptuar un mecanismo común de transporte de esteroides entre los fetos. El único rasgo común entre estas especies, probablemente sea la difusión vía el lumen uterino, que pudiera representar la diferencia debido a posición intrauterina tanto en roedores como en cerdos. Posiblemente el fenómeno de la posición intrauterina evolucionó debido a un mecanismo adaptativo de las hembras gestantes, con el objeto de tener crías que variaran en fenotipo debido a un desarrollo aleatorio dentro de útero, independiente del grado de variación genética. Aún en ratones sumamente consanguíneos existe una variabilidad sustancial sin explicación en muchos de los rasgos de estos animales. La variación entre animales debido a la posición intrauterina con relación a los fetos de la misma especie, pero de sexo opuesto podría incrementar la posibilidad de que algunas crías en la camada tuvieran un fenotipo que estuviera mejor adaptado para cierto medio, y

esto le permitiría una reproducción mas eficiente; esto incrementaría la capacidad de la madre para reproducirse en un ambiente determinado.

2.6. Efecto de la proporción macho / hembra en la camada sobre rasgos productivos y reproductivos

Lamberson *et al.* (1989) mencionan que la proporción del sexo tiene influencia en la edad de la pubertad de las cerdas. En este estudio, a medida que se incrementaba la proporción de machos en la camada, la edad al primer estro se prolongaba. La magnitud de esta declinación fue mayor en las camadas pequeñas.

De igual forma, las cerdas que provienen de camadas con proporciones significativas más altas en machos tienen mejor capacidad de quedar preñadas que las hembras jóvenes que provienen de camadas con menor proporción de machos, éstas tienen más alta capacidad de concepción en los primeros intentos (Drickamer *et al.*, 1997).

Wise y Christerson (1992) mencionan que en cerdas los fetos posicionados entre dos fetos de sexo opuesto presentaron pesos más ligeros que un feto rodeado de individuos de su mismo sexo. Un punto interesante de este estudio

fue que esta diferencia de peso no fue atribuida a las hormonas, sino a procesos inmunológicos.

En cerdos, Drickamer *et al.* (1997) observaron que la proporción del sexo al nacimiento en camadas con proporciones más altas de machos, conduce a distancias anogenitales más grandes en las hembras. Mientras que las hembras con bajas proporciones de machos tienen distancias anogenitales más cortas.

Avdi y Driancuourt (1997) no encontraron ningún efecto de la coexistencia de machos y hembras durante la etapa fetal en la oveja, sobre los rasgos productivos (pesos y producción de leche) y reproductivos. Sin embargo, en este estudio se documentó una menor sobrevivencia de embriones en aquellas borregas que fueron gestadas en compañía de uno o dos machos.

Fitzgerald *et al.* (1989) en un estudio con borregos, observaron que los moruecos nacidos con un gemelo macho, tuvieron más capacidad de clasificarse con una alta capacidad de servicio, en comparación con los que nacieron con una hembra.

En un estudio realizado en ratones, vom Saal (1991) menciona que las concentraciones de estradiol y testosterona en los fetos difieren dependiendo de la posición intrauterina.

Los fetos hembra que se desarrollan en el útero entre dos fetos macho, difieren de fetos hembra que se desarrollan entre dos fetos hembra en su concentración de estradiol y testosterona durante el periodo fetal de diferenciación donde después del nacimiento estos difieren en una amplia gama de características reproductivas.

Debido a lo anterior el segundo trabajo se enfocó en el fenómeno de la vida intrauterina, buscando incidencia de un sexo sobre otro en su desarrollo y su posterior vida productiva, como ha sido reportado en ratones y cerdos.

3. Relation among semen quality and buck diets on rangeland

M. Mellado, F. Pastor, R. Lopez, A. Rodríguez

University Autonoma Agraria Antonio Narro, Department of Nutrition,

Saltillo, Coah. 25315, Mexico

(Sometido para su publicación en Journal of Arid Environment)

Abstract

A total of eighteen adult mixed-breed bucks under range conditions were used to evaluate the effect of diet composition (microhistological analysis of fecal samples) on some semen characteristics, and blood and fecal components in April and August. Forages in the buck diets were grouped into 2 classes: values below or above the mean contribution of each plant to the diet. Bucks with higher proportion of *Acacia greggii*, *Flourensia cernua* and *Lindleya mespiloides* in their diets yielded 23 to 50% less ($P < 0.05$) semen than bucks with low proportion of these shrubs in their diet. Sperm motility was reduced by 3 to 8 percentage units ($P < 0.05$) by high levels of six rangeland shrubs in the buck diets. Bucks consuming high levels of *Acacia greggii* showed significantly lower percentages of normal sperm (92 ± 10 vs 96 ± 3 ; $P < 0.05$) than bucks with low intake of this forage. High proportions of *Rhus virens* and *Solanum elaeagnifolium* in the buck diet increased the percentage of normal sperm (5 units, $P < 0.05$) when compared to bucks with low utilization of these forages. Increased intake of *Acacia greggii*, *Dalea bicolor*, *Opuntia rastrera* and *Cowania plicata* reduced percentage of live sperm by 5 units ($P < 0.05$). Blood

metabolites analysis showed that increased levels of *Acacia greggii* and *Parthenium incanum* were related to better nutritional status of bucks. Zn (-), Cu (-) and glucose (+) were significant predictors of semen volume ($r^2= 0.30$). Cu (-) and cholesterol (-) accounted for 37% of the variation in percentage of normal sperms. Forty-four percentage of the variation in secondary abnormalities was accounted by Zn (+) and cholesterol (+), whereas fecal N, serum total proteins and creatinine positively affected percentage of live sperms ($r^2= 0.37$). These results indicate that the ingestion of some Chihuahuan desert shrubs with diverse arrays of anti-quality factors adversely affected semen quality and metabolic profiles of grazing bucks.

Keywords: Botanical composition; Serum metabolites; Serum minerals; Semen characteristics

1. Introduction

The majority of goats in Mexico exist on communal rangelands, where they are managed under traditional extensive village systems. In these production schemes all pregnancies derive from natural mating. Similar to does, bucks subsist solely on native vegetation throughout the year, which implies periods of nutritional inadequacies due to the complex, heterogeneous and uncertain nature of these environments. The diversity of constituents in the buck diets lead to great variability in nutrients as well as phytotoxins ingestion

throughout the year, consequently, semen quality is affected by fluctuation of nutrients and phytochemicals in forages in these landscapes (Vera-Avila et al., 1997). Hence, there is a need to examine the effects of the various range forages used by bucks on semen quality and nutritional status. A key component of efficient goat production under extensive conditions is a high fertility level, and since individual bucks service many does, a deficiency in the reproductive capacity of bucks will have a large impact on flock productivity. Unfortunately breeding soundness evaluation of bucks is a neglected management practice in the extensive goat production systems of Mexico, therefore it is unknown how external conditions affect quality of ejaculate in these animals. Despite the importance of nutrition as a regulator of reproduction, it is surprising that there have been limited research under extensive conditions into its effect on semen characteristics of bucks. Thus, the objective of this study was to test the hypotheses that botanical composition of grazing buck diets are related to metabolites and minerals levels in blood serum and some semen characteristics.

2. Materials and methods

2.1 Study site description

This research was conducted on a desert grassland in northeast Mexico (101° 20' W, 25° 30' N). Average annual precipitation is 407.3 mm, with 75%

falling between June to October. Average maximum daily temperatures range from 28°C in January to 37.2°C in July. Average minimum daily temperatures range from -0.7°C in January to 12.3°C in July. Abundant woody species included *Larrea tridentata* (DC.) Cov., *Agave lechuguilla* Torr., and *Acacia farnesiana* (L.) Willd. Primary grasses included *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. and *Aristida arizonica* Vasey. The dominant herbaceous plants were *Sphaeralcea angustifolia* (Cav.) D. Don. and *Croton dioicus* Cav. (70% of the total ground cover) provided the major portion of forage for goats over the two periods of the trial. On the other hand, grasses comprised less than 10% of the total vegetation cover. This site has experienced yearlong, prolonged heavy grazing by cattle, sheep, equines, and goats for more than one-hundred years.

2.2 Animals and management

Semen was collected with an electroejaculator from eighteen healthy mixed-breed, mature and sexually rested bucks with a mean live weight of 62 kg (SD= 18). Bucks grazed not separated from pregnant does, on open range under herded conditions during 8 h per day (from 1000 to 1800 h). Ejaculates were collected on 2 consecutive days in April and August 2004.

Percentage of progressively motile spermatozoa was evaluated with a phase contrast microscopy with heating plate, after dilution in a sodium citrate solution. Volume was measured in a conical tube graduated at 0.1-ml intervals.

Seminal smears were prepared for evaluation of morphological integrity of 200 spermatozoa per sample after staining with eosin-nigrosin. Spermatozoa were categorized as intact or abnormal cells, separating the primary and secondary defects according to Barth and Oko (1989). The proportion of live sperm was determined counting the unstained spermatozoa. Because of the inaccurate values on sperm concentrations of buck semen collected by the technique of electrical stimulation (Greyling and Grobbelaar, 1983), this variable was not determined.

2.3 Diet and blood analysis

The percentage of forages in the diet was determined by analysis of fecal samples (approximately 10 pellets per animal), which were collected from the rectum of bucks in April and again in August. During the sampling period 5 samples were collected from each buck on 5 consecutive days. The samples were dried in a forced-air oven at 50°C in for 72 hours. Feces were then ground in a Willey mill to pass a 1-mm screen. The 5 samples were bulked, thoroughly mixed and a subsample taken from the mixture. Botanical composition of buck diets was determined using the microhistological technique described by Sparks and Malechek (1968). Five slides from each sample were analyzed with a compound, phase-contrast microscope until 100 fragments were identified. Subsamples were used to determine the nitrogen and phosphorus content.

Blood samples (5 ml) were also collected from all does from the jugular vein the last day of fecal collection, in non-heparinized tubes and centrifuged at room temperature at 3000 x g for 15 minutes. Serum samples were stored at – 20°C until analysis. Concentrations of cholesterol, glucose, creatinine, urea and total proteins were determined with a Coleman Junior II spectrophotometer following protocols supplied by the kits manufacturers. Magnesium, copper and zinc were determined by atomic absorption spectrophotometry. Fecal and serum P was determined by the method of Fiske and Subbarow (1925).

2.4 Statistical analysis

Prior to statistical analysis, percentages values of semen samples were transformed to arcsin (angular) (Steel and Torrie, 1980) to normalize their distribution. Moreover, forages in the buck diets were grouped into 2 classes: values below or above the mean contribution of each plant to the diet.

The effects of main forage species in the buck diets on semen characteristics were analyzed using the GLM procedure of SAS (1990). The model included the effects of 15 of the most abundant plants ingested by bucks, month of semen collection and simple interactions between season of collection and forages used by bucks. The analysis of each character was performed in stages. Revised models were fitted until the simplest model containing only

significant terms was obtained. Body weight, body condition score (5-point scale) and scrotal circumference were included as covariates. The same procedure was used to detect differences in hematological variables and Fecal P and N among forage classes.

The effects serum metabolites and mineral levels on semen characteristics were assessed by multiple regression analyses with the forward step-wise procedure (SAS, 1990).

3. Results

Forage x season interaction was not significant for all semen traits. Variation in semen parameters as a function of the level of forages used by bucks is set out in Table 1. Bucks with higher proportion of *Acacia greggii* and *Flourensia cernua* in their diets yielded less ($P < 0.05$) semen than bucks with low proportion of these shrubs in their diet. Bucks with low proportion of *Lindleya mespiloides* in their diets yielded ejaculate volumes twice as large ($P < 0.01$) as those of bucks with high consumption of this shrub. Sperm motility was reduced ($P < 0.05$) by high consumption of six shrubs by bucks. On the other hand, consumption of higher levels of *Bouteloua gracilis* was reflected in higher semen motility, compared with the semen of bucks with low levels of this gramineae in their diet. Sperm motility in the bucks with high consumption of *Acacia greggii* was lower ($P < 0.05$) when compared to that of bucks with low percentage of

this shrub in the diet. A high proportion of both *Rhus virens* and *Solanum elaeagnifolium* in the buck diet increased the percentage of normal sperm when compared to bucks with low utilization of these forages. On the other hand, the increased ingestion of *Acacia greggii* augmented the percentage of abnormal sperms. Specific sperm defects augmented with increased ingestion of *Rhus virens* and *Buddleja scordioides*. A significant reduction ($P < 0.05$) in percentage of live sperm was recorded in bucks with high proportions of *Acacia greggii*, *Dalea bicolor*, *Opuntia rastrera* and *Cowania plicata* in their diet, as compared with bucks that ingested reduced amounts of these shrubs.

Table 1
Mean \pm SD of semen characteristics for mixed-breed bucks on rangeland consuming low or high amounts of some forages of northern Mexico.

Species	% in diet	Volume (ml)	Motility (%)	Normal sperm (%)	Primary abnor (%)	Sec abno (%)	Live sperm (%)
<i>Acacia greggii</i>	<3.8	1.3 \pm 0.7**	74 \pm 10*	96 \pm 3*	---	---	85 \pm 6*
<i>Flourensia cernua</i>	>3.8	1.0 \pm 0.6	71 \pm 5	92 \pm 10	---	---	80 \pm 8
<i>Lindleya mespiloides</i>	<1.2	1.3 \pm 0.6*	---	---	---	---	---
<i>Lindleya mespiloides</i>	>1.2	0.9 \pm 0.6	---	---	---	---	---
<i>Lindleya mespiloides</i>	<1.3	1.4 \pm 0.7**	---	---	---	---	---
<i>Lindleya mespiloides</i>	>1.3	0.7 \pm 0.4	---	---	---	---	---
<i>Dalea bicolor</i>	<5.6	---	74 \pm 15*	---	---	---	86 \pm 6**
<i>Dalea bicolor</i>	>5.6	---	71 \pm 10	---	---	---	80 \pm 7
<i>Larrea tridentata</i>	<2.1	---	76 \pm 13*	---	---	---	---
<i>Larrea tridentata</i>	>2.1	---	70 \pm 13	---	---	---	---
<i>Opuntia rastrera</i>	<2.5	---	76 \pm 13*	---	---	---	86 \pm 6**
<i>Opuntia rastrera</i>	>2.5	---	70 \pm 14	---	---	---	80 \pm 7
<i>Rhus virens</i>	<4.4	---	---	91 \pm 11*	2.2 \pm 0.7*	---	---
<i>Rhus virens</i>	>4.4	---	---	96 \pm 2	1.6 \pm 0.5	---	---
<i>Solanum eleagnifolium</i>	<11	---	---	92 \pm 9**	---	---	---
<i>Solanum eleagnifolium</i>	>11	---	---	97 \pm 1	---	---	---
<i>Buddleja scordioides</i>	<6.0	---	---	---	---	3.8 \pm 1.7*	---
<i>Buddleja scordioides</i>	>6.0	---	---	---	---	2.8 \pm 1.5	---
<i>Cowania plicata</i>	<2.8	---	76 \pm 12*	---	---	2.7 \pm 1.3*	85 \pm 7*
<i>Cowania plicata</i>	>2.8	---	68 \pm 11	---	---	3.8 \pm 1.8	80 \pm 8
<i>Bouteloua gracilis</i>	<6.2	---	69 \pm 13*	---	---	---	---
<i>Bouteloua gracilis</i>	>6.2	---	75 \pm 10	---	---	---	---

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

Serum glucose concentration and percentage of fecal N of bucks were higher ($P < 0.01$) in August than in April (Table 2). Levels of both serum glucose and cholesterol were greater ($P < 0.05$) in bucks with higher proportion of *Acacia greggii* in their diet, than in bucks whose utilization of these shrubs was low. The concentration of serum glucose was negatively affected ($P < 0.05$) by high ingestion of *Atriplex canescens* (Table 2), but high utilization of this halophyte was reflected in greater ($P < 0.01$) proportion of fecal P, compared with bucks that selected diets with low proportion of this forage. Serum total proteins and creatinine levels decreased with higher levels of *Dalea bicolor* in the buck diets, compared with bucks with low consumption of this shrub. Bucks with higher consumption of this forage presented higher ($P < 0.05$) levels of serum Mg than bucks with low utilization of this forage. High levels of *Buddleja scordioides* in the buck diets severely reduced fecal P.

Table 2
Mean \pm SD serum metabolites and minerals and fecal N and P for mixed-breed bucks with low or high proportion of some rangeland forages of northern Mexico in their diet.

Variables	% in diet	Glucose (mg/dl)	Creat (mg/dl)	TP (mg/dl)	Cho (mg/dl)	Cu (ppm)	P (mg/dl)	Mg (mg/dl)	FN (%)	FP (%)
Season	Apr	67 \pm 23	---	---	---	---	---	---	1.4 \pm 0.2	---
	Aug	78 \pm 30**	---	---	---	---	---	---	2.1 \pm 0.2**	---
<i>Acacia</i>	<3.8	68 \pm 26*	---	---	143 \pm 63**	---	---	---	---	---
<i>Greggii</i>	>3.8	77 \pm 29	---	---	194 \pm 70	---	---	---	---	---
<i>Atriplex</i>	<3.0	81 \pm 29**	---	---	---	---	---	---	---	37 \pm 13**
<i>Canescens</i>	>3.0	62 \pm 21	---	---	---	---	---	---	---	54 \pm 22
<i>Dalea</i>	<5.6	---	2.3 \pm 0.2*	7.1 \pm 0.6*	---	---	---	2.9 \pm 0.5*	---	---
<i>Bicolor</i>	>5.6	---	2.0 \pm 0.2	6.8 \pm 0.6	---	---	---	3.3 \pm 0.7	---	---
<i>Buddleja</i>	<6.0	---	---	7.2 \pm 0.6*	---	---	---	---	---	55 \pm 26**
<i>scordioides</i>	>6.0	---	---	6.8 \pm 0.6	---	---	---	---	---	38 \pm 8
<i>Cowania</i>	<2.8	---	---	---	186 \pm 64*	---	---	---	---	---
<i>Alicata</i>	>2.8	---	---	---	154 \pm 76	---	---	---	---	---
<i>Parthenium</i>	<4.0	---	---	---	144 \pm 42**	---	1.3 \pm .5*	---	---	---
<i>incanum</i>	>4.0	---	---	---	190 \pm 86	---	1.1 \pm .8	---	---	---
<i>Lindleya</i>	<1.3	---	---	---	---	1.1 \pm .06*	---	---	---	---
<i>mespiloides</i>	>1.3	---	---	---	---	1.6 \pm 0.5	---	---	---	---
<i>Flourensia</i>	<1.2	---	---	---	---	---	---	---	---	44 \pm 19**
<i>Cernua</i>	>1.2	---	---	---	---	---	---	---	---	50 \pm 22

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

High proportions of *Cowania plicata* in the buck diets reduced levels of serum cholesterol, whereas the content of this metabolite was higher in bucks with high proportion of *Parthenium incanum* in their diet. High use of *Lindleya mespiloides* by bucks was associated with higher ($P < 0.05$) levels of serum Cu compared with bucks with low levels of this forage in their diet. Despite the reduced percentage of *Flourensia cernua* in the buck diets (< 3%), bucks with the higher ingestion of this shrub presented higher ($P < 0.01$) fecal P than bucks with low consumption of this resinous shrub.

The relationship between semen traits and hematological and fecal components are presented in Table 3. Zn (-), Cu (-) and glucose (+) were significant predictors of semen volume. Cu (-) and cholesterol (-) accounted for an important proportion of the variation in percentage of normal sperms. Almost half of the variation in secondary abnormalities was accounted by Zn and cholesterol, whereas fecal N, serum total proteins and creatinine positively affected percentage of live sperms.

Table 3
Standardized partial coefficients of chosen explanatory variables, constants and model R², from the regression models to predict semen traits of mixed-breed bucks.

Semen traits	Zn	Cu	Glc	Cho	FN	TP	Cre	Const	R ²	Sign
Volume	-0.01	-0.30	0.73					0.41	0.30	0.021
Normal sperm		-2.96		-0.04				105.6	0.37	0.001
Prim abnorm	-0.97							5.86	0.19	0.014
Sec. Abnorm	2.22			0.006				-4.73	0.44	0.001
Live sperm					9.3	3.9	7.6	22.4	0.37	0.005

Glc= glucose; Cho= Cholesterol; FN= Fecal nitrogen; TP=total protein; Cre= creatinine

4. Discussion

In the present study high levels of *Acacia greggii* in the buck diets negatively affected most semen characteristics. The deleterious effect of ingestion of this forage on semen quality has also been reported by Vera-Avila (1997), who documented that the sympathomimetic phenolic amines present in this forage was implicated in the disruption of the pituitary-gonadal axis of bucks. The administration of this phytochemical suppresses LH release after GnRH administration in weathers (Forbes et al., 1994), and it has been negatively implicated in reproduction function in goats (Forbes et al., 1993) and heifers (Carpenter et al., 1994). The negative association between high ingestion levels of *Acacia rigidula* and semen quality could also be related to the low rate of cell wall degradation (Ramirez et al., 2000), high condensed tannins content and low protein degradability of this shrub (Ramirez et al., 1999) when compared to the dominant shrubs in this landscape. Increased levels of *Flourensia cernua* in the buck diets negatively affected semen volume, which suggests that the large variety of terpenes (Estell et al., 1998) present in this resinous shrub are implicated in semen production.

Another shrub with negative effects on percentage of motile spermatozoa and the percentage of live spermatozoa was *Dalea bicolor*. This highly consumed shrub by goats contains geranyl stilbenes (Belofsky et al., 2004), which could be involved in the reduction of semen quality. Sperm motility was

reduced in bucks with high consumption of *Larrea tridentata*. It is presumed that some of the allelochemicals of this plant (phenols, condensed tannins and nordihydroguaiaretic acid; Hyder et al., 2002) had a role in inducing lower motility of spermatozoa. High ingestion of *Opuntia rastrera* reduced sperm motility and live sperm by 6 percentage units. This association apparently was not related to secondary compounds, because chemical defenses of this cactaceae against herbivory (calcium-oxalate crystals, non-volatile acids; Stintzing and Carle, 2005) are rather weak. Its effects possibly are manifested via its low protein content (McMillan et al., 2002).

One of the forages ingested by bucks with the highest negative impact on semen characteristics was *Cowania plicata*. A great variety of chemical compounds of this plant (Konoshima et al., 1993; Itoa et al., 1999) apparently were responsible for its deleterious effect on semen traits. In contrast with most shrub used by bucks in the present study, high concentrations of *Rhus virens* in the buck diets resulted in higher percentages of normal spermatozoa. Triterpens (Schmidt et al., 1988), bichalcones (Masesane et al., 2000) and other antioxidative secondary compounds (Wu et al., 2002) of this anacardiaceae could be related to spermatozoa morphology. Likewise, high consumption of *Solanum elaeagnifolium* was associated with higher proportions of normal sperm. Despite the severe toxicity of this plants in rodents (Backer et al., 1989; Keeler et al., 1990), this forb is one of the most important forage for goats in this landscape (Mellado et al., 2003, 2005), and its high protein level (Soltero-Gadea

et al., 1994) apparently explains its beneficial impact on sperm morphology. The high nutritive value of *Bouteloua gracilis* (Nelson et al., 1970) apparently explained the beneficial effect of the ingestion of this grass on semen motility.

From this experiment it is clear that several shrubs selected by grazing bucks are capable of reducing sperm quantity and quality, which substantiate the results of earlier investigations which indicate that bucks grazing on pastures dominated by Acacias had decreased semen volume, scrotal circumference and serum concentration of testosterone (Vera-Avila et al., 1997). The economic impact of anti-quality components of forages on goat reproduction function is poorly understood. In this desert range with not severe shortage of forage, kidding rates typically reach 75% (Mellado et al., 1996), values within the accepted range for normal fertility. Thus, the negative impact of high intake, either single or in combination of some rangeland shrubs on semen characteristics of grazing bucks, seems to be of limited economic importance.

Glucose blood concentration and fecal N were higher during the rainy season (August) than during the dry season (April). Glucose is regarded as a useful energy status (Payne and Payne, 1987) and fecal N is related to the nutritional status of grazing ruminants (Holechek et al., 1982; Blanchard et al., 2003), which means that, as expected, buck nutrition was better during the wet season. Bucks with higher intake of *Acacia greggii* had higher glucose and

cholesterol levels than bucks with low intake of this shrub. Despite its low CW and CP degradation rate in the rumen, this leguminous shrub is considered a good protein source for grazing ruminants (Ramirez et al., 1999), thus, preference for this shrub apparently was due to its nutritional benefits, despite its detrimental effects on semen characteristics.

The level of serum glucose was decreased with the increased consumption of *Atriplex canescens*. This result is intriguing as this halophytic plant possess high protein levels (Garza and Fulbright, 1988) and is highly digestible (Nuñez-Hernandez et al., 1989). In line with previous unpublished data of the author and Alazzeah and Abu-Zanat (2004), the ingestion of *Atriplex canescens* was positively associated with Fecal P. On the contrary, high ingestion of *Buddleja scordioides* markedly reduced fecal P. This highly preferred forage by goats in this plant community (Mellado et al., 2004) posses a broad array of allelochemicals (Triterpenoid saponins, and several glycosides; Avila and Romo de Vivar, 2002), which apparently antagonize with P utilization by goats.

High levels of *Parthenium incanum* in the buck diets were associated with high serum cholesterol. It is presumed that this metabolite was related to a higher body energy reserves of bucks (Cabiddu et al., 1999; Kim and Suh, 2003) as this high-quality forage is the most abundant forage in the goat diets throughout the year in this plant community (Mellado et al., 1991, 2003, 2004).

Bucks with high proportions of *Lindleya mespiloides* in their diets presented higher levels of serum Cu and Mg, which suggests that utilization of these shrubs is effective at increasing Cu and Mg status in bucks.

Except for percentage of sperm motility, models obtained by step-wise regression procedures involving haematological and fecal components and semen characteristics, showed a significant correlation between semen characteristics and indicators of nutritional status. Bucks with better energy status (higher serum glucose) presented higher ejaculate volumes, but serum Cu and Zn diminished it. Also serum Cu was negatively associated with percentage of normal sperm. A high correlation ($r=0.70$) between semen copper and separated tails (Massanyi et al., 2004), has been observed in rams, and the toxic effect of this element on the seminiferous epithelium (Vrzgulova et al., 1993) and sperm morphology has been documented (Gamcik et al., 1990). Serum cholesterol was negatively associated with percentage of normal sperm and positively associated with percentage of spermatozoa with secondary abnormalities. High serum levels of this metabolite can either indicate adipose tissue break down as a source of non-glucogenic energy (Ruegg et al., 1992), or a good body energy reserves in goats (Cabiddu et al., 1999). In this resource-poor environment it is presumed that high cholesterol levels indicated nutritional deprivation, which apparently was reflected in reduced semen quality.

We do not have an explanation for the positive association between serum Zn and secondary sperm abnormalities. Previous studies indicate higher percent of motile cells in rams with high serum Zn (Kaludin et al.,1983). Likewise, Lambs supplemented with Zn, Co and Se had higher sperm motility, proportion of live sperm and proportion of sperm cells with intact membranes (Kendall et al., 2000). Finally, serum and fecal indicators of adequate dietary protein status were positively associated with percentage of live sperm, which suggests that nutritional adequacy was reflected in higher proportion of live sperm cells.

Conclusions

The results show that increased ingestion of certain rangeland shrubs affected negatively some semen characteristics of grazing bucks. In order to fully understand the detrimental effects of these forages upon semen characteristics, it is necessary to develop a knowledge of their chemical components, so that their mode of action can be determined. Also there is a clear need for research to clarify to what extent the reduction of semen quality by the ingestion of Chihuahua desert shrubs affects reproductive function of bucks.

Our data also suggest that higher proportions of *Parthenium incanum* and *Acacia greggii* in the buck diets, staple forages for goats in this ecosystem, were

reflected in better biomarkers of nutritional status. Finally, these results indicate that prediction of semen quality of grazing bucks can moderately be achieved by applying correlation analyses among several semen traits and blood and feces components.

References

- Alazzeah, A.Y., Abu-Zanat, M.M., 2004. Impact of feeding saltbush (*Atriplex* sp.) on some mineral concentrations in the blood serum of lactating Awassi ewes. *Small Ruminant Research* 54, 81-88.
- Avila, J.G., Romo de Vivar, A., 2002. Triterpenoid saponins and other glycosides from *Buddleja scordioides*. *Biochemical Systematics and Ecology* 30, 1003-1005.
- Baker, D.C., Keeler, R.F., Gaffield, W., 1989. Pathology in hamsters administered *Solanum* plant species that contain steroidal alkaloids. *Toxicon* 27, 1331-1337.
- Barth, A.D. Oko, R.J., 1989. Abnormal morphology of bovine spermatozoa. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA. 294 p.

Belofsky, G., French, A.N., Wallace, D.R., Dodson, S.L., 2004. New geranyl stilbenes from *Dalea purpurea* with in vitro opioid receptor affinity. *Journal of Natural Products* 67, 26-30.

Blanchard, P., Festa-Bianchet, M., Gaillard, J.M., Jorgenson, J.T., 2003. A test of long-term fecal nitrogen monitoring to evaluate nutritional status in bighorn sheep. *Journal of Wildlife Management* 67, 477-484.

Cabiddu, A., Branca, A., Decandia, M., Pes, A., Santucci, P.M., Masoero, F., Calamari, L., 1999. Relationship between body condition score, metabolic profile, milk yield and milk composition in goats browsing a Mediterranean shrubland. *Livestock Production Science* 61, 267-273.

Carpenter, B.B., Forbes, T.D.A., Carpena, M., Rocha, A., Rodríguez, H., Randel, R.D., 1994. Follicular dynamics, embryo production, and hormonal responses in Brahman heifers following sympathetic stimulation. *Journal of Animal Science* 72, 2948- 2954

Estell, R.E., Frederickson, E.L., Anderson, D.M., Havstad, K.M., Remmenga, M.D. 1998. Relationship of tarbush leaf surface terpene profile with livestock herbivory. *Journal of Chemical Ecology* 24, 1-12.

Fiske, C.H., Subbarow, Y., 1925. The colorimetric determination of phosphorus. *Journal of Biological Chemistry* 66, 371-375.

Forbes, T.D.A., Tolleson, D.R., Hensarling, C.M., Randel, R.D., 1993. Effects of exogenous amines on reproduction in female Angora goats. *South African Journal of Animal Science* 23, 196-200.

Forbes, T.D.A., Carpenter, B.B., Randel, R.D., Tolleson, D.R., 1994. Effects of phenolic monoamines on release of luteinizing hormone stimulated by gonadotropin-releasing hormone and on plasma adrenocorticotrophic hormone, norepinephrine, and cortisol concentrations in wethers. *Journal of Animal Science* 72, 464-469.

Gamcik, P., Bires, J., Vrzgula, L., Mesaron, P., 1990. Effects of experimental intoxication with copper from industrial emissions on reproductive ability in rams. *Reproduction in Domestic Animals* 25, 235-241.

Garza, A., T.E. Fulbright, T.E., 1988. Comparative chemical composition of armed saltbush and fourwing saltbush. *Journal of Range Management* 41, 401-403.

Greyling, J.P.C., Grobbelaar, J.A.N., 1983. Seasonal variation in semen quality of Boer and Angora goat rams using different collection techniques. South African Journal of Animal Science 13, 250-252.

Holechek, J.L., Vavra, M., Artun, D., 1982. Relationship between performance intake, diet nutritive quality and fecal nutritive quality of cattle on mountain range. Journal of Range Management 35, 741-744.

Hyder, P.W., Fredrickson, E.L., Estell, R.E., Tellez, M., Gibbens, R.P., 2002. Distribution and concentration of total phenolics, condensed tannins, and nordihydroguaiaretic acid (NDGA) in creosotebush (*Larrea tridentata*). Biochemical Systematics and Ecology 30, 905-912.

Itoa, H., Miyakea, M., Nishitania, E., Moria, K., Hatanoa, T., Okudaa, T., Konoshimab, T., Takasakib, M., Kosukab, M., Mukainakac, T., Tokudac, H., Nishinoc, H., Yoshida, T., 1999. Anti-tumor promoting activity of polyphenols from *Cowania mexicana* and *Coleogyne ramosissima*. Cancer letters 143, 5-13.

Kaludin, I., Georgiev, G.T., Marinov, M.F., 1983. Zinc and manganese transport in ram sex cells. Veteinary Medicine Nauki 20, 91-6.

- Keeler, R.F., Baker, D.C., Gaffield, W., 1990. Spirosolanine-containing Solanum species and induction of congenital craniofacial malformations. *Toxicol* 28, 873-884.
- Kendall, N.R., McMullen, S., Green, A., Rodway, R.G., 2000. The effect of a zinc, cobalt and selenium soluble glass bolus on trace element status and semen quality of ram lambs. *Animal Reproduction Science* 62, 277-283.
- Kim, I.H., Suh, G.H., 2003. Effect of the amount of body condition loss from the dry to near calving periods on the subsequent body condition change, occurrence of postpartum diseases, metabolic parameters and reproductive performance in Holstein dairy cows. *Theriogenology* 60, 1445-1456.
- Konoshima, T., Takasaki, M., Kosuka, M., Haruna, M., Ito, K., Estes, J.R., Lee, K.H., 1993. Constituents of rosaceous plants. I. Structure of new triterpenoids from *Cowania mexicana*. *Chemical pharmacology Bulletin (Tokyo)* 41, 1612-1615.
- Massanyi, P., Trandzik, J., Nad, P., Korenekova, B., Skalicka, M., Toman, R., Lukac, N., Halo, M., Strapak, P., 2004. Concentration of copper, iron, zinc, cadmium, lead, and nickel in bull and ram semen and relation to the

occurrence of pathological spermatozoa. *Journal of Environmental Science and Health Part A- Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering* 39, 3005-3014.

Masesane, I.B., Yeboah, S.O., Liebscher, J., Mugge, C., Abegaz, B.M., 2000. A bichalcone from the twigs of *Rhus pyroides*. *Phytochemistry* 53, 1005-1008.

McMillan, Z., Scott, C.B., Taylor Jr., C.A., Huston, E.D., 2002. Nutritional value and intake of prickly pear by goats. *Journal of Range Management* 55, 139-143.

Mellado, M., Cantú, L., Suárez, J.E., 1996. Effects of body condition, length of the breeding period, buck:doe ratio, and month of breeding on kidding rates in goats under extensive conditions in arid zones of Mexico. *Small Ruminant Research* 23, 29-35.

Mellado, M., Foote, R.H., Rodríguez, A., Zarate, P., 1991. Botanical composition and nutrient content of diets selected by goats grazing on desert grassland in northern Mexico. *Small Ruminant Research* 6, 141-150.

Mellado, M., Olvera, A., Dueñez, J., Rodríguez, A., 2004. Effect of continuous or rotational grazing on goat diets in a desert rangeland. *Journal of Applied Animal Research* 26, 93-100.

Mellado, M., Valdez, R., Lara, L.M., Lopez, R., 2003. Stocking rate effects on goats: A research observation. *Journal of Range Management*. 56, 167-173.

Mellado, M. Rodríguez, A., Villarreal, J.A., Rodríguez, R., Salinas, J., López, R., 2005. Gender and tooth wear effects on diets of grazing goats. *Small Ruminant Research* 57, 105-114.

Nelson, A.B., Herbel, C.B., Jackson, H.M., 1970. Chemical composition of forage species selected by cattle on an arid New Mexico range. *New Mexico Agr. Exp. Bull.* 561.

Nuñez-Hernandez, G., Holechek, J.L., Wallace, J.D., Galyean, M.L., Tembo, A., Valdez, R., Cardenas, M., 1989. Influence of native shrubs on nutritional status of goats: nitrogen retention. *Journal of Range Management* 42, 228-232.

Payne, J.M., Payne, S., 1987. The Metabolic Profile Test. Oxford University Press. pp. 17-143.

Ramirez, R.G., Gonzalez-Rodriguez, H., Gomez-Meza, M.V., Perez-Rodriguez, M.A.. 1999. Feed value of foliage from *Acacia rigidula*, *Acacia berlandieri* and *Acacia farnesiana*. Journal of Applied Animal Research 16, 23-32.

Ramirez, R.G., Neira-Morales, R.R., LedezmaTorres, R.A., Caribaldi-Gonzalez, C.A. 2000. Ruminant digestion characteristics and effective degradability of cell wall of browse species from northeastern Mexico. Small Ruminant Research 36, 49-55.

Ruegg, P.L., Goodger, W.J., Holmberg, C.A., Weaver, L.D., Huffman, E.M., 1992. Relation among body condition score, milk production, and serum urea nitrogen and cholesterol concentrations in high-producing Holstein dairy cows in early lactation. American Journal of Veterinary Research 53, 5-9.

SAS., 1990. SAS procedure users guide version 6. Third edition. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Schmidt, J., Porzel, A., Adam, G., 1998. 3 alpha,20-dihydroxy-3 beta,25-epoxylupane, a triterpene from *Rhus typhina*. *Phytochemistry* 49, 2049-2051.

Soltero-Gardea, S., Ortega, I.M., Bryant, F.C., 1994. Nutrient content of important deer forage plants in the Texas coastal Bend. *Texas Journal of Science* 46:133-142.

Sparks, D.L., Malechek, J.C., 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. *Journal of Range Management* 21, 264-265.

Steel, R.G., Torrie, J.H., 1980. *Principles and Procedures of Statistics*. Second Edition. McGraw-Hill Book Co., New York, N.Y.

Stintzing, F.C., Carle, R., 2005. Cactus stems (*Opuntia* spp.): A review on their chemistry, technology, and uses. *Molecular Nutrition and Food Research* 49, 175-194

Vera-Avila, H.R., Forbes, T.D.A., Bertardinelli, J.G., Randel, R.D., 1997. Effect of dietary phenolic amines on testicular function and luteinizing hormone secretion in male Angora goats. *Journal of Animal Science* 75, 1612-1620.

Vrzgulova, M., Bires, J., Vrzgula, L., 1993. The effect of copper from industrial emission on the seminiferous epithelium of the rams. *Reproduction in Domestic Animals*. 28, 108-118.

Wu, P.L., Lin, S.B., Huang, C.P., Chiou, R.Y.Y., 2002. Antioxidative and cytotoxic compounds extracted from the sap of *Rhus succedanea*. *Journal of Natural Products* 65, 1719-1721.

Productive and Reproductive Parameters of Does as a Function of Sex of Siblings During Gestation

Miguel Mellado, Francisco Pastor and Jesús Mellado

Department of Nutrition and Feeds, University Autonoma Agraria Antonio
Narro

Saltillo, Coah. 25315, Mexico

(Journal of Animal and Veterinary Advances 4(4):427-429, 2005.)

Abstract

This study examined the influence of sex ratio during multiple pregnancies on some reproductive and reproductive parameters of adult goats under intensive conditions. Goats were grouped according to sex of fetuses of the litter: females (F,FF or FFF; n= 356) and females and males (FM, FFM or FMM; n=270). Birth weight (3.11 ± 0.04 vs 2.95 ± 0.06 kg), weight at 25 days of age (7.36 ± 0.16 vs 7.27 ± 0.25 kg) and average daily gain from 1 to 25 days of age (170 ± 6 vs 174 ± 9 g) were similar between does born with a female twin and does born co-twin to a male. No effects of sex of adjacent littermate were found on pregnancy rate (0.71 vs 0.72 ; 1855 total services), prolificacy (1.63 ± 0.02 vs 1.66 ± 0.03) and age at first kidding (700 ± 12 vs 721 ± 18). These findings indicate that the coexistence of a female with one or two males during the gestation period do not alter the growth and some reproductive performance of adult does.

Key words: Reproduction, growth rate, sex ratio, multiple pregnancies, goats

Introduction

In some polytocous species of mammals, the position of the fetus relative to the sex of its neighbor in uterus is a factor which alters the development of the reproductive organs during the fetal life, and the sexual behavior and the reproductive performance in adult animals. In mice, females positioned between two males exhibit lower reproductive capacity (Drickamer, 1996; vom Saal and Bronson, 1978), delayed puberty (vom Saal *et al.*, 1991), and greater aggressiveness (vom Saal, 1983), compared with females positioned between females in the uterus. Female swine are more likely to exhibit lower rates of successful breeding if they are born in a male-biased litter (Drickamer *et al.*, 1997), and gilts from litters with a male-biased sex ratio attain puberty later than those from litters with smaller proportion of males (Lamberson *et al.*, 1988). In sheep, sex ratio between during multiple pregnancies does not alter age and weight at puberty, postnatal ovarian development, ovulation rate and litter size, but embryonic mortality is increased by the presence of males during intra-uterine life (Avdi and Driancourt, 1997).

Moreover, rams born with a male twin have a greater chance to be classified as a high serving capacity than those born co-twin to a ewe (Fitzgerald *et al.*, 1993). The effect of intrauterine environment on the reproductive and productive performance of does apparently has not been documented. Therefore, the objective of this study was to determine whether the sex of

siblings in utero affects subsequent reproductive and productive parameters of does

Materials and methods

The study was conducted using data collected from a commercial goat farm in northern Mexico, during 1991 to 1996. Data are from five pure-bred groups of goats including Toggenburg, Granadino, Saanen, French Alpine and Nubian, and a crossbred group including first cross Criollo x dairy breeds. Goats were housed in open pens with sheet-metal shades year-round, and fed a ration based on alfalfa hay, sorghum grain and molasses. At each breeding period (from May to December), bucks within breed were placed with their assigned mating lots of does of the same breed. At kidding, kids were individually identified and weighed within 24 hours of birth. Kids were allowed to nurse their dams for 3 days and then were artificially reared.

Breeding records included information on date of mating, age at first kidding, occurrence of abortions and stillbirths, kiddings, and number and sex of kids born. Productive traits studied were birth weight, weight at 25 d of age, and average daily gain from birth to 25 d of age.

Dependent variables were analyzed using ordinary least squares analysis of variance (SAS, 1988), with a general lineal model that included sex of the

fetuses as independent variable. Sex of siblings was grouped into 6 classes: F, FF, FFF, FM, FFM and FMM. Preliminary analyses revealed no sex group effect on productive and reproductive traits, therefore, for the final analyses only two sex groups were considered: females (F, FF or FFF), and females combined with males (FM, FFM or FMM).

Results and discussion

Least squares means for productive traits are presented in Table 1. Sex of siblings during gestation did not significantly affect birth weight, weight at 25 d of age and average daily gain during the first 25 d of life. Thus, these results do not support the hypothesis that the endocrine environment to which does gestated with one or two males are exposed in utero, influence their post-natal growth. Similar findings have been presented for other polytocous species. In swine, intrauterine position appears to have little influence birth weight and postnatal development (Rhode Parfet *et al.*, 1990b), although Wise and Christenson (1992) have reported lighter weights for female fetuses positioned between two males than females surrounded by two females. Likewise, no difference in growth or development has been related to fetal position within the uterus in rats (Tobet *et al.*, 1982; Richmond and Sachs, 1984) and mice (Kinsley *et al.*, 1986). Influence of adjacent fetus of different sex on productive traits also has not been found in sheep (Avdi and Driancourt, 1997).

Table 1. Least squares means for growth features of does with or without adjacent males during gestation.

Sex group	No. of does	L.S. Means	SEM
Birth weight (kg) ^a			
Females ^b	356	3.11	0.04
Females and males ^c	270	2.95	0.06
25-d weight (kg) ^a			
Females	345	7.36	0.16
Females and males	257	7.27	0.25
Average daily gain: d 1-25 (g) ^a			
Females	345	170	6
Females and males	257	174	9

^a No significant differences among sex groups ($\alpha= 0.05$).

^bFemales= F, FF or FFF.

^cFemales and males= FM, FFM or FMM.

No effects of sex of adjacent littermates were found on pregnancy rate (Table 1). Similar findings have been presented for sheep (Avdi and Driancourt, 1997), but not for swine. In gilts, those animals born in a male-biased litter are more likely to exhibit lower rate of successful breeding (Drickamer *et al*, 1997). Also, Rohde Parfet *et al.*, (1990a) have reported a reduction of 13% in pregnancy rate (not significant) for gilts surrounded by two males during gestation, compared to gilts gestated with adjacents females. Thus, this data indicate that, in goats, the testosterone secreted by males during the fetal life apparently did not increased the likelihood of reduced pregnancy rate of females gestated with one or two males. In rodents it has been hypothesized that the interaction of fetal estradiol and testosterone is the cause of reproductive and behavioral deficiencies in females surrounded by fetuses of different sex during the fetal life (vom Saal, 1989); although in pigs fetal weight differences are related to immunological differences in fetuses, rather than hormonal effects (Wise and Christenson, 1992).

In this study the presence of males during intra-uterine life did not affect prolificacy (Table 1). Studies with rodents (vom Saal, 1981), sheep (Avdi and Driancourt, 1997) and swine (Lamberson *et al.*, 1988) did not reveal intrauterine position effects on number of offspring born. In contrast Edgerton and Cromwell (1986) reported that low sex-ratio sows had larger litters than high sex-ratio sows.

Interestingly, embryonic mortality is been found to be higher in lambs born as twin with a brother, than in lambs born as twin with a sister (Avdi and Driancourt, 1997). The similitude in prolificacy in the present study between does born with a male twin or those born single or co-twin to a female, seems to indicate that the gestation of does adjacent to a male is not a factor affecting embryo survival in goats.

Sex of adjacent fetus did not significantly affect percentage of stillbirths and abortion. This suggests that the presence of at least one male in the litter did not disrupt the endocrine environment necessary to maintain gestation in the adult animal. It is worth mentioning that placentas associated with male fetus in swine produces more estrone at the middle of gestation than placentas associated with female fetus, although sex of the fetus does not affect placental progesterone release (Tarraf and Knight, 1995).

Results of the analysis of age at first kidding are presented in Table 2. The presence of at least one male in the litter had no discernible effect on this trait. Age at puberty in swine (Rohde Parfet *et al.*, 1990) and sheep (Avdi and Driancourt, 1997), and age of vaginal opening in rodents (vom Saal, 1981) are not affected in animals surrounded by fetuses of different sex during the fetal life.

Table 2. Least squares means for reproduction features in does with or without adjacent males during gestation.

Sex group	Number	L.S. Means	SEM
Pregnancy rate (%) ^a			
Females ^b	1282 services	71	1
Females and males ^c	573 services	72	2
Litter size ^a			
Females ^b	909	1.63	0.02
Females and males ^c	410	1.66	0.03
Stillbirths (%) ^a			
Females ^b	909	5	0.7
Females and males ^c	410	6	1.1
Abortions (%) ^a			
Females ^b	909	3	0.6
Females and males ^c	410	3	0.9
Age at first kidding (d) ^a			
Females ^b	345	700	12
Females and males ^c	265	721	18

^a No significant differences among sex groups ($\alpha= 0.05$).

^bFemales= F, FF or FFF.

^cFemales and males= FM, FFM or FMM.

Conclusions

Taken together, these data suggest that goats are not similar to rodents and swine in their response to uterine environments effects, because sex of siblings during gestation does not appear to affect the reproductive success and growth performance of adult does.

References

- Drickamer, L.C., 1996. Intra-uterine position and anogenital distance in house mice: Consequences under field conditions. *Anim. Behav.*, 51: 925-934.
- vom Saal, F.S. and F.H. Bronson 1978. In utero proximity of female mouse fetuses to males: effects on reproductive performance during later life. *Biol. Reprod.*, 19: 842-853.
- vom Saal, F.S., 1983. Models of early hormonal effects on intrasex aggression in mice, in: Svare B. (Ed.) *Hormones and Aggressive Behavior*. Plenum Press, New York, p 197.
- vom Saal, F.S., M.D. Even and D.M. Quadagno, 1991. Effects of maternal stress on puberty, fertility, and aggressive behavior of female mice from different intrauterine position. *Physiol. Behav.*, 49: 1073-1078.
- Drickamer, L.C., R.D. Arthur and T.L. Rosenthal, 1997. Conception failure in swine: Importance of the sex ratio of a female's birth litter and test of other factors. *J. Anim. Sci.*, 75: 2192-2196.

Lamberson, W.R., R.M. Blair, K.A. Rodhe-Parfet, B.N. Day and R.K. Johnson, 1988. Effect of sex ratio of the birth litter on subsequent reproductive performance of gilts. *J. Anim. Sci.*, 66: 595-598.

Avdi, M. and M.A. Driancourt, 1997. Influence of sex ratio during multiple pregnancies on productive and reproductive parameters of lambs and ewes. *Reprod. Nutr. Dev.*, 37: 21-27.

Fitzgerald, J.A., A. Perkins and K. Hemenway, 1993. Relationship of sex and number of siblings in utero with sexual behavior of mature rams. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 38: 283-290.

SAS, SAS User's Guide: Statistics, SAS Institute Inc., Cary, NC, 1988.

Rhode Parfet, K.A., V.K. Ganjam, W.R. Lamberson, A.R. Rieke, F.S. vom Saal and B.N. Day, 1990a. Intrauterine position effects in female swine: subsequent reproductive performance, and social and sexual behavior. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 26: 349-362.

Wise, T.H. and R.K. Christenson, 1992. Relationship of fetal position within the uterus to fetal weight, placental weight, testosterone, estrogens, and

thymosin B4 concentrations at 70 and 104 days of gestation. *J. Anim. Sci.*, 70: 2787-2793.

Tobet, S.A., J.L. Dunlap and A.A. Gerall, 1982. Influence of fetal position on neonatal androgen-induced sterility and sexual behavior in female rats. *Horm. Behav.*, 16: 251-256.

Richmond, G. and B.D. Sachs, 1984. Further evidence for masculinization of female rats by males located caudally in utero. *Horm. Behav.*, 18: 484-490.

Kinsley, C., J. Miele, L. Ghiraldi and B. Svare, 1986. Intrauterine contiguity influences regulatory activity in adult female and male mice. *Horm. Behav.*, 20: 7-12.

Rhode Parfet, K.A., W.R. Lamberson, A.R. Rieke, T.C. Cantley, V.K. Ganjam, F.S. vom Saal and B.N. Day, 1990b. Intrauterine position effects in male and female swine: subsequent survivability, growth rate, morphology and semen characteristics. *J. Anim. Sci.*, 68: 179-185.

vom Saal, F.S., 1989. Sexual differentiation in litter-bearing mammals: Influence of sex of adjacent fetuses in utero. *J. Anim. Sci.*, 67: 1824-1840.

vom Saal, F.S., 1981. Variation in phenotype due to random intrauterine positioning of male and female fetuses in rodents. *J. Reprod. Fertil.*, 62: 633-650.

Edgerton, L.A. and G.L. Cromwell, 1986. Sex of siblings may influence reproductive performance of sows. *J. Anim. Sci.*, 63: (Suppl 1), 365.

Tarraff, C.G. and J.W. Knight, 1995. Effect of uterine space and fetal sex on conceptus development and in vitro release of progesterone and estrone from regions of the porcine placenta throughout gestation. *Domest. Anim. Endocrinol.*, 12: 63-71.

4. CONCLUSIONES

La ingestión de algunos arbustos del desierto Chihuahuense afecta negativamente algunas características del semen de los machos cabríos en pastoreo. Estos efectos detrimentales de los forrajes con altos niveles de fitotoxinas sobre las características del semen han sido poco estudiados, y el presente estudio evidenció algunas asociaciones entre los niveles de especies consumidas por los machos cabríos y la calidad del semen.

La reducción de la calidad del semen de los machos cabríos por la ingestión de arbustos con abundantes compuestos secundarios afecta la función reproductiva de los machos cabríos mantenidos en agostadero.

Estos resultados también sugieren que, altas proporciones de *Parthenium incanum* y *Acacia greggii* en la dieta de los machos cabríos, principales forrajes en estos ecosistemas para los caprinos, se reflejaron en mejores biomarcadores del estado nutricional. Finalmente, estos resultados indican que la predicción de la calidad del semen de machos en agostadero, puede lograrse moderadamente mediante la aplicación de un análisis de correlación entre varias características del semen, sangre y componentes de las heces.

En cuanto a los efectos que se observaron de la relación macho/hembra en la vida intrauterina y sus efectos en la posterior vida productiva de las hembras, la información sugiere que las cabras no son similares a los roedores y a los cerdos en su respuesta a los efectos del medio intrauterino, porque, durante la gestación, el sexo de los fetos adyacentes no parece afectar a la hembra en su posterior crecimiento y reproducción al llegar a la etapa adulta.

5. LITERATURA CITADA

- Álvarez, R.L. y Q.L.A. Zarco. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Veterinaria*. México 32, 117-129.
- Arbiza, A.S.I. y T.J. de Lucas. 2001. Manejo nutritivo, en: *La leche caprina y su producción*. Editores Mexicanos Unidos. D.F., México, Distrito Federal. pp. 127-150.
- Avdi, M. and M.A. Driancourt. 1997. Influence of sex ratio during multiple pregnancies on productive and reproductive parameters of lambs and ewes. *Reproduction Nutrition Development* 37, 21-27.
- Block, M., Lew, M. and M. Klein. 1971. Studies on the inhibition of fetal androgen formation: testosterone synthesis by fetal and newborn mouse testes in vitro. *Endocrinology* 88, 41-48.
- Cupic, Z., Sinovec, Z., Veselinovic, S., Ivkov, O., Veselinovic, S., Medic, D., Ivancev, N., Grubac, S., 1998. The effect of dietary zinc, on semen quality in holstein-friesian bulls. In 4th International Symposium on Animal Reproduction, Ohrid, Macedonia.
- Delgadillo, J. A., Carrillo, E., Moran, J., Duarte, G., Chemineau, P. and B. Malpoux. 2001. Induction of sexual activity of male creole goats northern Mexico using long days and melatonin. *Journal of Animal Science* 79, 2245-2252.
- Drickamer, L.C. 1996. Intra-uterine position and anogenital distance in house mice: Consequences under field conditions. *Animal Behaviour* 51, 925-934.
- Drickamer, L.C., Arthur, R.D. and T.L. Rosenthal. 1997. Conception failure in swine: Importance of the sex ratio of a female's birth litter and test of other factors. *Journal of Animal Science* 75, 2192-2196.

- Dunn, T. G. and G. E. Moss. 1992. Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. *Journal of Animal Science* 70, 1580-1593.
- Farrell, P.B., Presicce, G.A., Brockett, C.C. and R.H. Foote. 1998. Quantification of bull sperm characteristics measured by computer-assisted sperm analysis (CASA) and the relationship to fertility. *Therigenology*. 49, 871-879.
- Fitzgerald, J.A., Perkins, A. and K. Hemenway. 1993. Relationship of sex and number of siblings in utero with sexual behavior of mature rams. *Applied Animal Behaviour Science* 38, 283-290.
- Foote, R.H. 2003. Fertility estimation: a review of past experience and future prospects. *Animal Reproduction Science* 75, 119-139.
- Ford, J., Christerson, R. and, R. Maurer. 1980. Serum testosterone concentrations in embryonic and fetal pigs during sexual differentiation. *Biology of Reproduction* 23, 583-589.
- Gil, J., Januskauskas, A., Håård, M.Ch., Håård, Mgm., Johannisson, A., Söderquist, L. and H. Rodríguez-Martínez. 2000. Functional sperm parameters and fertility of bull semen extended in Biociphos-Plus® and Triladyl®. *Reproduction in Domestic Animals* 35, 69-72.
- Hernández, P.J. y R.F. Fernández. 1999. Reproducción de siete especies domésticas. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, México, Distrito Federal, México. pp. 191-194, 219-220.
- Karagiannidis, A., Varsakeli, S., Alexopoulos, C. and I.I. Amarantidis. 2000. Seasonal variation in semen characteristics of Chios and Friesian rams in Greece. *Small Ruminant Research* 37, 125-130.
- Keen, J.E., Rupp, G.P., Wittenberg, P.A. and R.E. Walker. 1999. Breeding soundness examination of North American bison bulls. *Journal of American Veterinary Medical Association* 15, 1212-1217.
- Kendall, N.R., McMullen, S., Green, A. and R.G. Rodway. 2000. The effect of a zinc, cobalt and selenium soluble glass bolus on trace element status and semen quality of ram lambs. *Animal Reproduction Science* 62, 277-283.

- Lamberson, W.R., Blair, R.M., Rodhe-Parfet, K.A., Day, B.N. and R.K. Johnson. 1988. Effect of sex ratio of the birth litter on subsequent reproductive performance of gilts. *Journal of Animal Science* 66, 595-598.
- Marcum, J. 1974. The freemartin syndrome. *Animal Breeding Abstracts* 42, 227-234.
- Mellado, M., Rodríguez, A., Olvera, A., Villarreal, J.A. and R. López. 2004^a. Age and body condition store and diets of grazing goats. *Journal of Range Management* 57, 517-523.
- Mellado, M., Rodríguez, A., Villarreal, J.A., García, J.E. y R. López. 2004^b. Dietas de cabras granadinas y nubias en agostadero y relación entre constituyentes de la dieta y metabolitos sanguíneos. En XVIII Reunión Nacional de Caprinocultores, Puebla, Puebla, México.
- Mosure, W.L., Meyer, R.A., Gudmundson, J. and A.D. Barth. 1998. Evaluation of possible methods to reduce pain associated with electroejaculation in bulls. *Canadian Veterinary Journal* 39, 504-506.
- Neathery, M.W., Millar, W.J., Blackmon, D.M., Pate, F.M. and R.P. Gentry. 1973. Effects of long term zinc deficiency on feed utilization, reproductive characteristics, and hair growth in the sexually mature male goat. *Journal of Animal Science* 56, 98-105.
- Paterson, J., Swensonb, C., Johnsonb, B. and R. Ansotegua. s/f. Assessing the role of copper and zinc in the cow-calf production cycle. Montana State University and Zinpro Corporation.
- Ramírez, R.G., Loyo A., Mora, R., Sanchez, E.M. and A. Chair. 1991. Forage intake and nutrition of range goats in a shrubland in northeastern Mexico. *Journal of Animal Science* 69, 879-885.
- Ricardi, C.L., Martínez, J.M., Alejandre, O.E. y M.G. Fuentes. 2003. Estudio retrospectivo de la distribución de partos a lo largo del año en cabras criollas en Oaxaca. En XVIII Reunión Nacional de Caprinocultura. Puebla, Puebla, México.
- Rodríguez-Martínez, H. 2000. Evaluación del semen congelado: Métodos tradicionales y de actualidad. *Topics in Bull Fertility*, Chenoweth P.J. (Ed.) <http://www.ivis.org>

- Sancho, M., Pérez-Sánchez, F., Tablado, L., de Monserrat, J.J. and C. Soler. 1998. Computer assisted morphometric analysis of ram sperm heads: evaluation of different fixative techniques. *Theriogenology*. 50, 27-37.
- Vargas, L.S. y T.R. López. 1991. Investigación en caprinos en el norte de México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, México. pp. 43-48.
- Vera-Avila, H.R., Forbes, T.D.A., Bertardinelli, J.G. and R.D. Randel. 1997. Effect of dietary phenolic amines on testicular function and luteinizing hormone secretion in male Angora goats. *Journal of Animal Science* 75, 1612-1620.
- vom Saal, F.S. 1981. Variation in phenotype due to random intrauterine positioning of male and female fetuses in rodents. *Journal Reproduction and Fertility* 62, 633-650.
- vom Saal, F.S. 1983. Models of early hormonal effects on intrasex aggression in mice, in: Svare B. (Ed.) *Hormones and Aggressive Behavior*. Plenum Press, New York. p 197.
- vom Saal, F.S. 1989. Sexual differentiation in litter-bearing mammals: Influence of sex of adjacent fetuses in utero. *Journal of Animal Science* 67, 1824-1840.
- vom Saal, F.S. and F.H. Bronson. 1978. In utero proximity of female mouse fetuses to males: effects on reproductive performance during later life. *Biology of Reproduction* 19, 842-853.
- vom Saal, F.S., Even, M.D. and D.M. Quadagno. 1991. Effects of maternal stress on puberty, fertility, and aggressive behavior of female mice from different intrauterine position. *Physiology and Behavior* 49, 1073-1078.
- Wise, T.H. and R.K. Christenson. 1992. Relationship of fetal position within the uterus to fetal weight, placental weight, testosterone, estrogens, and thymosin B4 concentrations at 70 and 104 days of gestation. *Journal of Animal Science* 70, 2787-2793.

Zhang, Z.W. 2000. Semen characteristics and artificial insemination in yak.
Recent Advances in Yak Reproduction, Zhao X.X. and Zhang R.C. (Eds.)
<http://www.ivis.org>