

Universidad Autónoma Agraria

"Antonio Narro"

División de Ciencia Animal

Departamento de Nutrición y Alimentos



*"Efectos genéticos y no genéticos que afectan la proporción macho -
hembra en cabras estabuladas y en pastoreo"*

Por:

Yadira del Rosario Ascudia López

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre del 2007.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Efectos Genéticos y no Genéticos que Afectan la Proporción Macho
Hembra en Cabras Estabuladas y en Pastoreo

Por:

YADIRA DEL ROSARIO ALCUDIA LÓPEZ

TESIS

Que somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito
parcial para obtener título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por el comité de tesis.

Asesor principal

Dr. Miguel Mellado Bosque

Sinodal

Sinodal

Dr. Alvaro F. Rodríguez Rivera

MC. Luís Pérez Romero

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Ing. Rodolfo Peña Oranday

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Diciembre 2007.

Dedicatorias

Este trabajo esta dedicado a todas aquellas personas que influyeron en cada una de las etapas de mi vida de una u otra forma, y que de una u otra manera aportaron mucho en el término de esta etapa de mi vida.

Primero que nada dedico este trabajo a mis padres:

Raúl Alcudia Méndez y Esther López Rodríguez

Gracias por darme su cariño, su comprensión y su amor, gracias a ti papá por tus sabios consejos, por luchar por darnos siempre lo mejor y por darme la oportunidad de salir adelante. A ti mami por tus consejos, por tus cuidados y porque siempre estas ahí cuando más te necesito. A ambos muchas gracias por apoyarme siempre y por haber depositado en mi su confianza. Los quiero mucho y gracias por hacerme una persona de bien.

A mis hermanos:

Alfredo y Laury

Gracias por apoyarme siempre, te quiero mucho hermano y gracias por los consejos que me diste, espero y no defraudarte. A ti laury que más te puedo decir, muchas gracias hermanita por ser mi mejor amiga, mi confidente en momentos felices y difíciles, gracias por escucharme siempre te quiero mucho.

A mis bisabuelos:

Magdalena Lara, gracias por todos sus consejos, la quiero mucho y espero que dios me la conserve muchos años más.

Salud Rodríguez (+), francisco López (+) y Guadalupe Acosta (+), donde quiera que se encuentren.

A mis abuelos:

Margarita Rodríguez y Maximiliano López gracias por cuidarme, por quererme mucho y por ser unos segundos padres para mi. Los quiero mucho y le doy gracias a dios por tenerlos conmigo aún.

A mis Tíos:

Martha, Lupe, Lola, Ana (+), Cresenciano (+), Arturo, Salud y Fernando. Carmen, Alberto, Nena (+), Lupe, Bertha, Moisés (+) y Juan.

A mis primos:

Gracias por todos los juegos, risas y por todo lo que convivimos juntos.

Alex, Ana Karen, Juan Daniel, Lupita, Rosy, Dany, Luisito, Carmelita, Alicia.

Lety, Bony, Betty, Wendy, Susi, Bernardo, Paty, Kary, Gera, Lalo, Juan, Luis Ángel, José Carlos, Abi, Lorena, Ricky, Heidi, Cristy, Samantha, Jessy, Carlos, Daily, Jovita, Pepe, Víctor Manuel, Vero, Mary.

A mis mejores amigos:

Pao, Kurt, Julio Y Alberto:

A Pao por ser como una hermana para mí, por todo lo que convivimos dentro y fuera de la universidad, por darme tu confianza, tu apoyo, tus consejos y por que a pesar de todo estar ahí siempre que te necesitaba. A Kurt por tu amistad, tus consejos, por cuidarme y quererme mucho, por ser como un hermano para mí, por tu confianza y por todo lo que vivimos dentro y fuera de la escuela. A Julio gracias por tu amistad por todo lo que vivimos dentro y fuera de la escuela y por tu confianza. A Alberto a pesar de que convivimos poco créeme que te quiero mucho y que en poco tiempo te supiste ganar mi confianza y mi cariño.

A todos ustedes créanme que ocupan y ocuparan un lugar muy grande en mi corazón, que son parte fundamental de mi vida y que jamás me olvidare de ustedes y siempre podrán contar conmigo los quiero mucho.

A mis amigos:

A Kenia Yusselín Yañez Cruz:

Por ser mi amiga y confidente desde hace muchos años, espero y que aunque pase el tiempo sigamos siendo tan amigas como siempre, te quiero mucho.

A Yancy y Javy:

Yancy a pesar de todo quiero que sepas que te quiero mucho y gracias por todo lo que compartimos. Javy gracias por tu amistad, tu confianza y tu cariño te quiero mucho y espero que siempre te vaya muy bien en todos tus proyectos y en tu vida.

A mis amigos y compañeros.

Lety, Israel (fyu), Luis (Archí), Apolinar (polo), lamberto, Noe (Crespo), Juan Carlos (Paygo), Sergio (Peque), Clemente (la chiquilla), Arturo (caballito), Adolfo (Arana), Luis Manuel, Arcadio (la flaca), Agustín (águila), Manuel (menis), Gerardo (Vilchis), Gabriel (Zacatecas), Juan Carlos (charanditas), Eusebio (chebo), Freddy.

Por todo lo que compartimos durante el tiempo que estuvimos juntos en nuestra "alma mater"

A Rolando por haber sido una persona importante en mi vida.

Al ing. Juan Javier y a las chavas de tochito.

Gracias Coach por su apoyo y sus consejos; a Wendy, Candy, Chepy, Martha, Chío, Kenia, Leo, Mony, Gaby (Durango), Marina, Mary Y Magda, gracias por su amistad y por su esfuerzo para que el equipo salga siempre adelante.

A todas y cada una de las personas que me quieren y me quisieron les dedico este trabajo con mucho cariño.

Agradecimientos

A DIOS.

Por haberme permitido llegar a esta etapa de mi vida, por mis alegrías y mis sufrimientos, por estar siempre a mi lado, por darme una gran y maravillosa familia y unos grandes amigos.

A mi "Alma Mater"

A mi querida universidad por que en ella viví los mejores momentos de mi vida, por recibirme y darme las herramientas necesarias para culminar esta etapa de mi vida.

Al Dr. Miguel Mellado

Por darme su apoyo y por la confianza que deposito en mí para la realización de este trabajo, y por siempre darme ánimos para seguir adelante.

Al Dr. Alvaro F. Rodríguez y MC. Luis Pérez Romero

Por la ayuda que me brindaron en este trabajo

A todos mis profesores que me han ayudado con sus conocimientos brindados y por las oportunidades que me dieron para culminar mi carrera.

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
Hipótesis	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
MATERIALES Y MÉTODOS	13
Localización del área de Estudio.....	13
Descripción de Explotaciones.....	14
Metodología	16
Análisis estadístico.....	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
Raza Alpina	18
Raza Granadina.....	19
Raza Nubia	21
Raza Saanen.....	22
Raza Toggenburg.....	23
CONCLUSIONES	25
RESÚMEN	26
LITERATURA CITADA	27

INTRODUCCIÓN.

De todas las especies de animales domésticos que se crían en México, la cabra es, sin duda, la que debiera tener un desarrollo obligatorio, por su significado social, la ecología del país que propicia su crianza, y los satisfactores que brinda a la población rural.

Durante la Colonia se dio un importante apogeo de las cabras en México, decayendo luego durante la época de independencia y, estacionándose en número, desde los años 50s (Arbiza. 1996). Hasta nuestros días. En la actualidad existen alrededor de 9 millones de estos animales en México, situadas principalmente en las zonas áridas y semiáridas del norte y centro del país.

Estos animales se adaptan a cualquier sistema: desde los muy extensivos a los confinados o estabulados. Esta especie es muy económica en el consumo de agua, su explotación es barata, no necesita de costosas instalaciones, es de fácil manejo, su alimentación es variada, compite bien y con ventaja con otras especies de animales domésticos, como pueden ser aves, cerdos, ovinos o bovinos. Además, el capital invertido en cabras se recupera con rapidez. Estos animales son conservacionistas, pues reducen malezas que interfieren con el desarrollo de los pastizales (Fajemisin et al., 1996). Bien manejada, consume malezas y por ende va limpiando la pradera de estas malas hierbas con lo cual restaura el equilibrio ecológico.

La cabra come e ingiere de todo, desde zarzas, espinas, semillas o pastos secos, arbustivas (Mellado et al., 2003), hasta suculentas praderas, etc. Se adapta también a la cría combinada con otras especies, como los ovinos y bovinos. Es de pubertad temprana, con adecuada alimentación a los 12 meses ya esta pariendo. Luego lo sigue haciendo a intervalos de ocho a doce meses, con la presencia permanente del macho cabrío (gestación de cinco meses), casi siempre cuates o triates.

OBJETIVOS:

- Determinar cuales son los efectos genéticos que afectan la proporción macho- hembra en cabras estabuladas y en pastoreo.
- Determinar cuales son los efectos no genéticos que afectan la proporción macho-hembra en cabras estabuladas y en pastoreo.

HIPÓTESIS:

- La raza de la madre es un factor determinante en la proporción macho-hembra en cabras.
- El padre es un factor determinante en la proporción macho-hembra en cabras.
- El mes de parto es un factor que altera la proporción macho-hembra en cabras.
- El tamaño de la camada es un factor que influye la proporción macho-hembra en cabras.

Revisión de literatura

Krackow (2002) señala que el debate sobre la intervención de los progenitores para el ajuste de la proporción macho-hembra de los vertebrados mayores, continua abierto. Este autor indica que tal hipótesis no es válida, porque la igualdad de machos y hembras al momento de la concepción se espera que sea óptima desde el punto de vista gamético, y el autor indica que esta es lo más probable desde el punto de vista evolutivo. También, el autor señala que la mortalidad embrionaria no favorece a algún sexo, pues los beneficios de esta estrategia serían anulados por los costos de este proceso.

Hardy (1997) señala que la teoría de la proporción macho-hembra es una de las áreas más desarrolladas de la evolución ecológica, sin embargo, una explicación para la variación de la proporción macho-hembra entre vertebrados, está sujeta a muchas discusiones y debates, en parte porque es difícil inferir los procesos que se dan para la adaptación de los animales. Este autor indica que está bien establecido que existen una gran cantidad de factores que afectan la proporción macho-hembra, tanto en vertebrados como invertebrados.

Kumi-Diaka (1981) estudió el comportamiento reproductivo de 1800 vacas de edades de dos, cinco a siete años, en cuatro ranchos ganaderos en diferentes localidades del norte de Nigeria. Concurrentemente el tracto reproductivo de 2120 vacas fueron examinadas en varios rastros. Todos los animales estudiados fueron de las razas Fulani blanco, Rahaji y Sakoto Gudali y sus cruzas. De 1475 animales en varios estados de preñez, en 1370 (93%) vacas se produjo el parto, con un nacimientos de una sola cría. La relación macho-hembra fue de 50.1% machos y 49.9% hembras, sin que haya existido efectos de número de partos, raza o estación del año en que fueron fecundadas las vacas, sobre la proporción macho-hembra. La distribución de machos y hembras de 920 fetos de diferentes estados de preñez (primer, segundo y tercer trimestre) obtenidos en los rastros, fue de 50.5% machos y 49.5% hembras. La proporción macho-hembra no fue diferente entre razas, estación del año o edad de los fetos. La proporción macho-hembra de fetos fue similar a la observada en los becerros al nacimiento. Lo anterior indicó que la proporción macho-hembra no está influenciada por la fertilización o mortalidad prenatal de las crías.

Trivers y Willard (1973) propusieron que cuando un sexo gana más capacidad de prosperar que el otro, con base a unidades de inversión paternal, los padres con mayores recursos para invertir en la reproducción (padres con buena condición corporal), tendrán un sesgo en su canalización de sus recursos, hacia el sexo con la mayor tasa de retorno reproductivo. Existen una gran cantidad de estudios que han tratado de

probar esta hipótesis. Muchos, pero no todos los estudios sobre este tema, apoyan esta teoría, aunque la hipótesis sigue siendo controversial. Uno de los estudios que apoyan esta hipótesis es el de Hardy (1997), quien observó que la proporción macho-hembra en zarigüeyas (*Didelphys marsupialis*) suplementadas con alimento se “inclinó” hacia los machos. Sin embargo, la significancia de esta prueba dependió del uso de una prueba de T de “una cola”, prueba cuya validez en este tipo de experimentos está en duda por algunos estadísticos. Estos mismos resultados se han encontrado en estos marsupiales por Austad y Sunquist (1986).

Grant (2007) indica que aunque la dominancia maternal y la buena condición corporal se asocian frecuentemente con la alteración de la proporción macho-hembra en mamíferos, el factor determinante puede ser la testosterona secretada por la madre. Lo anterior modificaría no sólo el comportamiento sexual de las crías, sino que provocaría una mayor cantidad de crías machos, vía la diferenciación sexual durante la embriogénesis. Considerando que los niveles de testosterona se incrementan en la hembra con el estrés ambiental, pudiera ser que los sesgos en la proporción macho-hembra sean el resultado de un mayor producción de testosterona en hembras sujetas a estrés.

Gomendio et. al. (2006) indican que los esfuerzos para probar la teoría de la proporción macho-hembra se han enfocado principalmente hacia las

hembras. Sin embargo, cuando los machos poseen rasgos que pueden mejorar la eficiencia reproductiva de los hijos, los machos también se beneficiarían de la manipulación de la proporción macho-hembra. Estos autores probaron la predicción que los venados rojos machos más fértiles producen más crías machos. Los resultados de estos investigadores revelaron que la fertilidad del macho se relaciona positivamente con una mayor cantidad de crías machos. Resultados de este estudio muestran también una correlación positiva entre el porcentaje de espermatozoides morfológicamente normales (la principal determinante de la fertilidad de machos) y la proporción de crías machos. Entonces, los machos pueden contribuir significativamente al sesgo en la proporción macho-hembra al nacimiento entre los mamíferos, creando un conflicto potencial de intereses entre machos y hembras.

Silva del Río, et. al. (2007) llevaron a cabo un estudio con datos de ganado Holstein colectados entre enero de 1996 y septiembre del 2004, los cuales comprendían 4103 hatos con 2, 304,278 partos, provenientes de 1, 164,233 vacas en el estado de Minesota. Con estos datos, estos investigadores determinaron la incidencia de partos gemelares y mortalidad de becerros en este periodo de tiempo. En general, el porcentaje de cuateo fue de 4.2%, incrementándose este porcentaje con el número de partos 1.2% para primíparas contra 5.8% en multíparas. Independientemente del número de partos, la mayor tasa de partos gemelares se observó cuando la concepción ocurrió entre agosto y

octubre, comparado con otras estaciones. La mortalidad de los becerros fue mayor en los partos gemelares, donde el 28% de los becerros que nacieron de partos gemelares murieron, comparado con el 7.2% para partos sencillos. La proporción macho-hembra fue de 53.3% de machos y 46.7% de hembras para partos de una sola cría y de 30.1% macho-macho, 43.6% macho-hembra, y 26.3% hembra-hembra, en partos gemelares. Aunque factores específicos no pudieron detectarse en la ocurrencia de partos gemelares, el incremento de partos gemelares durante el periodo de estudio sugiere un cambio concurrente en uno o más factores causativos asociados con los partos múltiples.

Toro et. al. (2006) Indican que dentro del área de la selección del sexo, uno de los tópicos que más ha llamado la atención es el problema de la proporción macho-hembra. Fisher (1930) propuso que el número semejante entre machos y hembras ha sido promovido por la selección natural y tiene un significado de adaptación. Pero el éxito empírico de la teoría de Fisher esta en duda, porque la proporción macho-hembra de 50-50% también se espera de los mecanismos de la determinación del sexo. Otra forma de abordar el tema es considerar que el argumento de Fisher se basa en la Asunción de que las crías heredan la tendencia de los padres ha presentar sesgos en la proporción macho-hembra, y que por lo tanto existe una varianza genética para este rasgo. Estos autores analizaron la proporción macho-hembra de 56,807 lechones provenientes de 550 verracos y 1893 cerdas. Aparte de los análisis clásicos de

heterogeneidad, estos autores llevaron a cabo análisis con modelos de arreglo lineal y de umbral en un marco Ballesiano, utilizando técnicas de muestreo Gibbs. La media de heredabilidad fue de 8.0 con el modelo lineal del macho y de 9.17 con el modelo umbral del macho la probabilidad de la hipótesis $p(h^2 \geq 0)$ que se ajustó el último modelo fue de 0.996. Estos autores no detectaron ninguna tendencia en la proporción macho-hembra relacionada con la edad de la madre. Desde el punto de vista evolutivo, la determinación del sexo por los cromosomas actúan como una restricción que impide el control de la proporción macho-hembra en vertebrados, y debería ser incluido en la teoría general de la determinación del sexo. Desde un punto de vista práctico, la proporción macho-hembra en animales domésticos no es susceptible a modificarse por la selección artificial.

Rorie (1999) señala que, por mucho tiempo, se ha creído que el tiempo de la inseminación o monta durante el estro influye la proporción macho-hembra de las crías, donde una inseminación temprana resulta en más hembras y una inseminación tardía resulta en más machos. Los posibles mecanismos que alteran la proporción macho-hembra incluyen la facilitación o la inhibición del transporte de espermatozoides que poseen el cromosoma X o Y, a través del canal reproductivo de la hembra, la selección preferencial de espermatozoides al momento de la fertilización, o la muerte embrionaria de algún sexo específico. En las especies de animales domésticos, existe evidencia por una selección preferencial de

espermatozoides que contienen el cromosoma X o Y, esto basado en el estado de madurez del oocito al momento de la fertilización.

En venado y en ovejas, inseminaciones tempranas y tardías parecen inclinar la proporción macho-hembra hacia hembras y machos, respectivamente. En vacas existen reportes conflictivos sobre el efecto del tiempo de la inseminación sobre la proporción macho-hembra, lo cual impide aclarar esta situación. Muchos de los estudios publicados carecen de un adecuado número de observaciones para obtener conclusiones definitivas, o se basan en observaciones infrecuentes de estros, lo que hace difícil determinar el efecto de la inseminación sobre la proporción macho-hembra. Este autor indica que si existe un efecto del tiempo de la inseminación sobre la proporción macho-hembra en vacas, el efecto es relativamente pequeño; este autor indica además que se están acumulando evidencias de que los tratamientos usados para la sincronización del estro en ganado pueden influir en la proporción macho-hembra.

Lechniak et. al. (2003) Llevaron acabo un estudio cuyo objetivo fue determinar si la incubación de los espermatozoides antes de la inseminación de los oocitos in vitro afectaba la proporción macho-hembra de los blastocistos resultantes. Complejos-cumulus-oocito colectados de ovarios recogidos en rastros fueron madurados in vitro e inseminados con semen congelado de tres toros usados en la inseminación artificial. En el día nueve después de la fertilización, los blastocistos fueron colectados y

procesados para determinar su sexo. Más del 80% de los blastocistos fueron exitosamente sexados. No hubo diferencias en el desarrollo de los blastocistos cuando se uso semen preincubado por 6 horas o semen preincubado cero horas. La proporción macho-hembra al compararse con el valor teórico de 1:1, difirió significativamente a favor de las hembras entre los blastocistos que habían dejado la zona pelucida (viables) esto derivado de espermatozoides preincubados por 48 horas antes de la inseminación, así como blastocistos en el grupo de las seis horas. Además, cuando se consideró el tratamiento de los espermatozoides, la proporción macho-hembra fue afectada solamente entre blastocistos sin la zona pelucida en el grupo que fue preincubado 24 horas. Estos autores concluyeron que una preincubación prolongada de los espermatozoides, tiene influencia en la tasa de desarrollo en la proporción macho-hembra de los blastocistos.

Lindstrom et. al (2002) estudiaron los efectos de variables ecológicas sobre la proporción macho-hembra al nacimiento de ovejas Soay en la isla de Hirta, en el archipiélago de santa Kildas en Escocia. Se construyeron modelos a nivel individual y poblacional.

En los modelos individuales solamente el tamaño de la población se asoció significativamente con el sexo de los corderos, asociándose la probabilidad de una cría macho con el tamaño de la población. Sin embargo, este modelo explicó una proporción muy pequeña en la proporción macho-hembra. Un análisis de regresión múltiple de la

población anual también mostró un ligero incremento en la proporción de machos en años en que había una alta densidad de población en otoño, pero este resultado no fue significativo estadísticamente. La tasa de crecimiento poblacional, la época de nacimiento, el tamaño de la camada, la edad de la madre, el peso y las condiciones climáticas durante la gestación y el periodo neonatal, no explicaron una variación significativa de la proporción macho-hembra de estos animales.

Cote y Festa-Bianchet (2001) indican que en mamíferos poligineos, las hembras de alta calidad corporal pueden incrementar su condición corporal produciendo una alta proporción de machos. Estos autores llevaron a cabo un estudio durante nueve años donde determinaron el efecto de la edad de la madre, el rango social y el estatus reproductivo sobre la proporción macho-hembra de las crías. La proporción macho-hembra de los cabritos no difirió de la unidad (75 machos, 85 hembras), la proporción de cabritas disminuyó marcadamente con la edad de la madre. Las cabras jóvenes (menos de seis años) produjeron aproximadamente 70% de hembras, mientras que las cabras adultas (más de 10 años) produjeron aproximadamente el 25% de hijas. La proporción de hembras nacidas no varió con el rango social de las madres tomando en cuenta la edad de la madre. El sexo del cabrito fue independiente del sexo del cabrito producido en el parto anterior. Debido a que la proporción de hijas producidas disminuye dramáticamente con la edad, y debido a que los machos aparentemente son más costosos de criar que las hembras en

ungulados dimórficos, los datos de estos autores sugieren que la habilidad de proveer cuidado maternal se incrementa con la edad en las cabras de la montaña (*Oreamnos americanus*). Si se acepta que las madres más viejas son mejores madres, debido a su mayor estatus social y experiencia, los datos de estos autores apoyan la predicción de Triver y Willard.

Skjervold (1979) llevó a cabo un estudio sobre la proporción macho-hembra en ovejas, utilizando registros de 467,959 corderos. Estos datos se colectaron en Noruega entre los años de 1974 y 1977. Los resultados de este estudio indican que el promedio de la proporción macho-hembra fue de 48.9. Los resultados de este estudio también indican que la edad de la madre, el nivel nutricional del rebaño (medido como el nivel de peso de las ovejas), el tamaño de la camada, el número de corderos destetados en el año anterior, y la estación de parición influenciaron la proporción macho-hembra. También se encontró diferencia en la proporción macho-hembra entre razas de ovejas. Un hallazgo adicional de este estudio indicó que existió una pequeña pero significativa proporción de gemelos monocigóticos.

Rosenfeld y Roberts (2004) señalan que los mamíferos generalmente producen igual número de machos y hembras, pero hay excepciones a esta regla general, como es el caso de los rumiantes, donde la hipótesis de Trivers y Willard se ha probado, lo cual indica que hay un cambio

adaptativo en la proporción macho-hembra derivado de la evolución. El trabajo llevado a cabo en el laboratorio de estos autores, en ratones, sugiere que la edad de la madre y la dieta de la madre, más que la condición corporal de la madre, controlan la proporción macho-hembra. En particular una dieta alta en grasas saturadas, pero baja en carbohidratos, conduce a una mayor cantidad de crías machos que hembras en ratones hembras maduras.

Por otro lado, cuando a los ratones se les proporciona calorías principalmente de carbohidratos, en lugar de grasas, predominaban las hijas. Ya que las dietas ofrecidas en los ratones en este estudio fueron nutricionalmente adecuadas, y a que el tamaño de la camada no difirió entre tratamientos, las dietas inadecuadas no parecen ser la causa de la distorsión de la proporción macho-hembra.

MATERIALES Y METODOS

Localización del Área de Estudio

El presente estudio se llevo a cabo con datos colectados en 14 granjas caprinas, de tamaño mediano, en Apaseo el Grande, Guanajuato situado a los $100^{\circ} 41' 07''$ de longitud al oeste del Meridiano de Greenwich y a los $20^{\circ} 32' 37''$ latitud norte, a 1,767 msnm, con una temperatura máxima de

37.1°C y una mínima de 0.9°C. La precipitación total pluvial anual es de 606.1 milímetros. Otros datos provienen del Centro caprino de Tlahualilo, Durango, ubicado geográficamente a 26° 06' 12" de latitud norte y 103° 26' 26" longitud oeste, a una altura de 1,095 msnm, La temperatura media anual es de 21°C. La precipitación media anual es de 211 milímetros y humedad relativa de 74%. Finalmente, una porción pequeña de datos provienen de explotaciones extensivas del sur del municipio de Coahuila.

Descripción de explotaciones

Explotación de Tlahualilo, Durango

Para el reporte del siguiente estudio, se usaron datos colectados de cabras del Centro caprino Tlahualilo, Durango (ya desaparecido). Estos datos son de cuatro grupos de cabras que incluyen: Toggenburg, Granadino, Nubia, Saanen y Alpino francesa, y un grupo de cruzas incluyendo las primeras cruzas de Criollas X especies lecheras. Crías nacidas de Mayo a Diciembre. La base de datos contiene 4034 servicios naturales entre 1984 y 1996. Las cabras se confinaron en corrales abiertos con sombreaderos de láminas de metal todo el año, y con dietas basadas en heno de alfalfa, grano de sorgo y melaza. La producción de leche varió de 353 a 513 Kg. por lactancia de 259 días. En cada periodo de nacimientos, los machos están en un corral donde se les asigna un lote de apareamiento que es el mismo para sus crías.

Explotación de Apaseo el Grande, Guanajuato

Los datos fueron colectados de 582 cabras Saanen y Alpina en 13 granjas comerciales progresivas en Apaseo el Grande, Guanajuato. Estas granjas se caracterizan por tener un tamaño medio, operando con 50-240 Animales, con una media de 89 animales, con una alta producción de leche (rango de 600 a 900 kg por animal). Todos productores pertenecen a una sociedad local y están asistidos por el mismo veterinario y el mismo nutriólogo. Las cabras se alojan en locales compactos con corrales abiertos, con sombreaderos. En todas las granjas las cabras son ordeñadas con maquinas ordeñadoras, dos veces al día, bajo estrictas medidas de higiene. Todas las cabras están identificadas con un arete en la oreja. Las cabras son alimentadas con heno de alfalfa, harina de soya y cereales de grano, el alimento se les suministra dos veces al día (de acuerdo al NRC, 19981). Todos los productores están bajo un programa de salud que consiste en una rutina de 2-4 visitas semanales; las cabras son vacunadas contra enfermedades endémicas (*clostridium perfringins* y *clostridium tetani*) y son examinadas después del parto (retención de la placenta o descargas vaginales), diagnostico de preñez, exámenes de mastitis y enfermedades señaladas por los productores.

Explotaciones extensivas

Los datos se colectaron de varios ejidos localizado en el km 30 del tramo Saltillo–Derramadero, sobre la carretera Saltillo–Zacatecas. Sus

coordenadas geográficas son 25° 14' 35" de latitud norte y 101° 10' 40" de longitud oeste, localizándose a una altitud de 1869 m.s.n.m. El clima se clasifica como muy seco (BWhW, e), semicálido muy extremo, con lluvias en verano y sequía corta en época de lluvias, las cuales se presentan de mayo a octubre, presentándose en el mes de agosto la mayor precipitación. Por lo general la primera helada ocurre en el mes de octubre prolongándose éstas hasta el mes de marzo (Mendoza, 1983) El tipo de vegetación que se presenta en esta zona es clasificado como pastizal natural con matorral subinermes con asociación de matorral crasurosulifolio espinoso, siendo las especies dominantes: zacate navajita (*Bouteloua gracilis*), zacate banderita (*Bouteloua cutipendula*), costilla de vaca (*Atriplex canescens*), chaparro prieto (*Acacia constricta*), uña de gato (*Acacia greggii*). En el matorral desértico rosetófilo las especies dominantes son: palma china (*Yucca filifera*), nopal (*Opuntia imbricata*), lechuguilla (*Agave lechuguilla*) (CETENAL, 1980).

Metodología

Se obtuvieron 20,929 registros de pariciones de cabras de explotaciones antes descritas. Estos datos fueron ordenados en un archivo para luego ser analizados estadísticamente. Los datos consistieron principalmente en el mes de parto de 5 razas (Saanen, Alpina, Granadina, Toggenburg y Nubia). Otros datos que se obtuvieron fueron: el tamaño de camada al nacimiento y el padre de las crías.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó un modelo lineal (SAS, 1989), donde la variable dependiente fue el sexo de las crías (0 para macho y 1 para hembras). Las variables independientes fueron el mes de parto, el tamaño de la camada, la productividad de las cabras (tres categorías: alta, mediana y baja producción, o cabras en agostadero) y el padre de las crías.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El padre de las crías constituyó un factor importante ($P < 0.05$) en la proporción macho-hembra de los datos analizados. Por otro lado, tanto el número de crías por camada como el nivel de producción de leche de las cabras no tuvieron ninguna influencia sobre la proporción macho-hembra de las cabras. Se detectó una influencia significativa ($P < 0.05$) del mes de parto sobre la proporción macho-hembra de los cabritos. Dado que la interacción mes de parto x raza resultó significativa ($P < 0.05$), se procedió

a analizar cada raza individualmente, en términos de la proporción macho-hembra en función del mes de parto.

En la Fig. 1 se presenta la proporción macho-hembra de las cabras Alpinas, independientemente de su nivel de producción (sitio). Estos datos incluyeron 5,648 datos crías de cabras de esta raza de Tlahualilo, Durango, y en Apaseo el Grande Guanajuato.

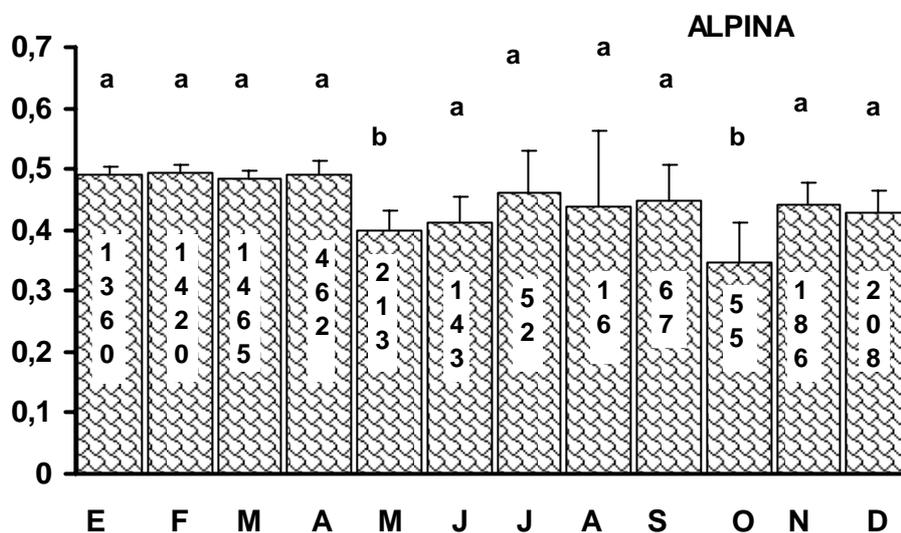


Fig. 1. Proporción macho-hembra de cabras Alpinas explotadas en dos zonas geográficas de México y con potenciales de producción muy divergentes.

En los meses de mayo y octubre se presentó un mayor ($P < 0.06$) número de machos que hembras, esto puede ser debido a que en la época de apareamiento de estas cabras (enero y junio, respectivamente) los días son más cortos y más largos. Lo anterior puede tener un efecto directo en

la reproducción de estos animales. Además del fotoperiodo contrastante, la gestación de las cabras que parieron a mitad de año coincidió con las temperaturas más elevadas del norte de México, por lo que el estrés calórico pudiera influenciar la sobrevivencia de los embriones machos, en comparación con las hembras. No existe ningún estudio previo que haya demostrado el efecto del estrés térmico sobre la sobrevivencia de los embriones de uno u otro sexo; los datos del presente estudio para cabras Alpinas, sugieren lo anterior. Cabe señalar, que Grant et al, (2007) ha postulado la teoría de que la divergencia en la proporción macho-hembra puede deberse a una mayor secreción de testosterona en las hembras, desencadenada por estresores ambientales. Es posible que las diferencias detectadas en el presente estudio en la proporción macho-hembra en las cabras, pudiera no ser un efecto climático, sino del limitado número de observaciones que se presentaron en la primavera, verano y otoño.

En la Fig. 2 se presenta la proporción macho-hembra de las cabras Granadinas,

Estos datos incluyeron 4,942 crías, todas de Tlahualilo Durango.

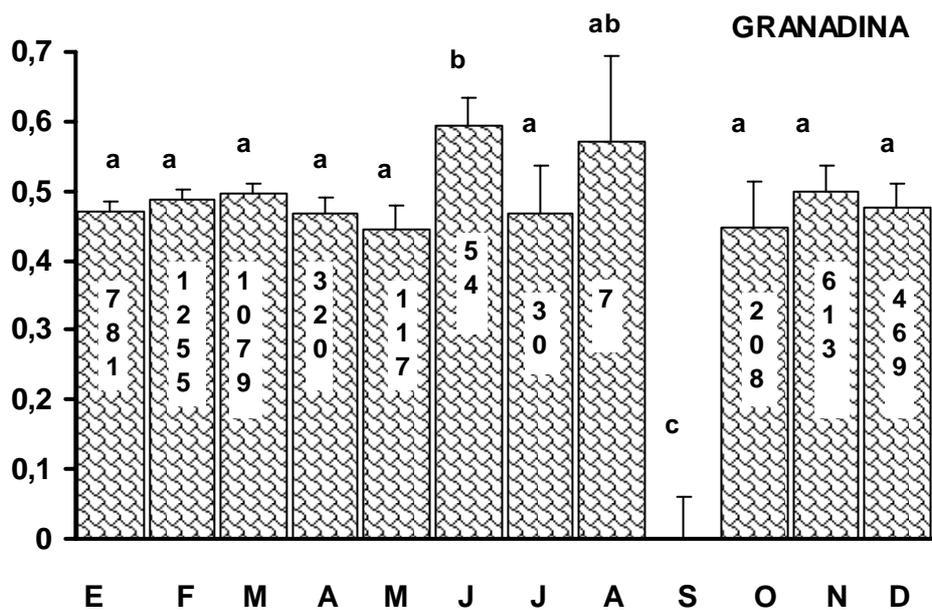


Fig. 2. Proporción macho-hembra de cabras Granadinas explotadas en dos zonas geográficas de México y con potenciales de producción muy divergentes.

Con la excepción de junio, agosto y noviembre, en el resto de los meses del año se presentó una mayor proporción de machos que de hembras, aunque la mayor parte de estas diferencias no fueron significativas. En el mes de junio se presentó un mayor ($P < 0.06$) número de hembras que machos, esto puede ser debido a que en la época de apareamiento de estas cabras (febrero) los días son más cortos. Además, esta raza de cabras está más adaptada a los climas del norte de nuestro país (semiáridos, cálidos, secos y extremos), y de acuerdo con Fisher (1930) el número semejante entre machos y hembras es promovido por la selección natural, y tiene un significado de adaptación. Cabe mencionar que las diferencias detectadas en el presente estudio en la proporción

macho-hembra en las cabras Granadinas, en el mes de septiembre y junio, pudiera no ser un efecto climático, sino del limitado número de observaciones que se presentaron en los meses antes indicados. Se requerirían partos más uniformes a través del año para poder detectar con solidez, el efecto de mes del año sobre la proporción macho-hembra. Sin embargo, esto no es posible en ninguna explotación comercial, debido a que los productores evitan la fecundación de las cabras en la primavera, cuando su actividad sexual disminuye.

En la Fig. 3 se presenta la proporción macho-hembra de las cabras Nubias, Las cuales predominantemente se encontraban en Tlahualilo, Durango. Estos datos incluyeron 3,369 crías de cabras de esta raza del norte y centro del país.

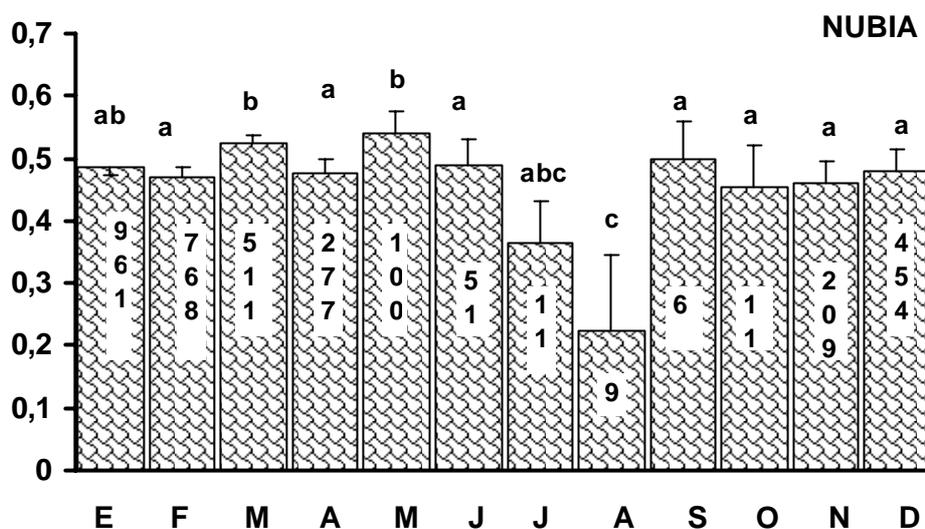


Fig. 3. Proporción macho-hembra de cabras Nubias explotadas en dos zonas geográficas de México y con potenciales de producción muy divergentes.

En el mes de agosto se detectó una mayor proporción de machos, con relación a las hembras, comparado con el resto de los meses del año. Este efecto, sin embargo, parece ser más una influencia del número reducido de observaciones, más que a las condiciones climáticas. Sin embargo, los cabritos nacidos en agosto iniciaron su gestación en abril, el mes donde prácticamente todas las cabras lecheras suspenden su actividad reproductiva. Pudiera ser entonces que, las pocas cabras que “responden” al estímulo del macho en la época de anestro, de alguna forma son afectadas para que se presenten más machos que hembras. El efecto del mes de nacimiento sobre la proporción macho-hembra encontrado en el presente estudio concuerda con datos de Skjervold, quien también encontró que la estación de pariciones es un factor importante que modifica la proporción macho-hembra en ovejas.

En la Fig. 4 se presenta la proporción macho-hembra de las cabras Saanen, independientemente de su lugar de origen. Estos datos incluyeron 5,146 crías de cabras de esta raza del norte y centro del país.

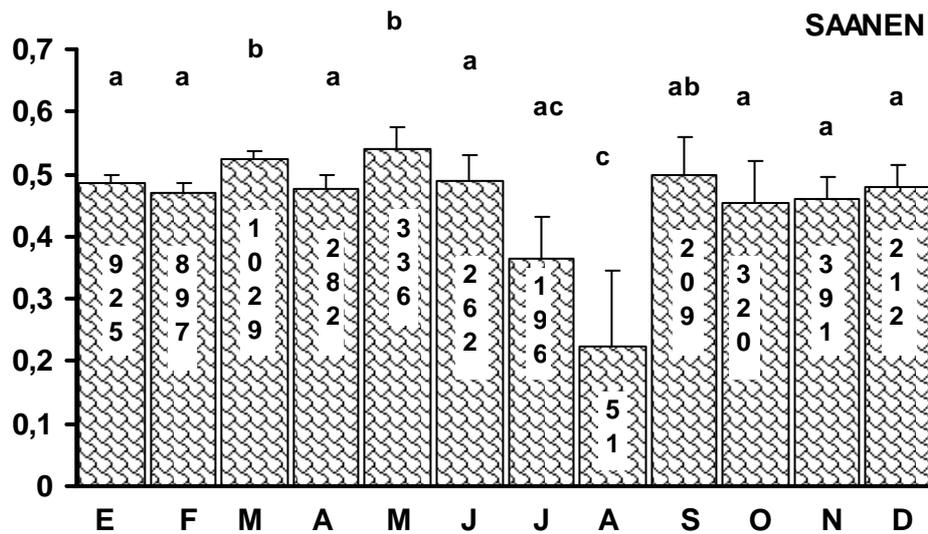


Fig. 4. Proporción macho-hembra de cabras Saanen explotadas en dos zonas geográficas de México y con potenciales de producción muy divergentes.

Al igual que otras razas, a través del año se presentó una mayor proporción de machos en comparación de las hembras al nacimiento. La proporción de hembras fue más alta que los machos en el mes de mayo ($P < 0.05$), pero esta proporción se invirtió en julio y agosto. Para esta raza ya no se pudiera pensar que la alta proporción de machos al final del verano es un asunto de número de observaciones. Estos datos sugieren que cuando las cabras son fecundadas en el periodo de menor actividad sexual (primavera), por algún motivo se producen una mayor cantidad de

machos que de hembras. Los datos anteriores difieren de los resultados de Lindstrom et al. (2000), quienes observaron que las condiciones climáticas durante la gestación y parto, no influyeron sobre la proporción macho-hembra de ovejas Soay, en Escocia. Sin embargo, en ese estudio el número de animales fue tan solo 1168 ovejas, número muy bajo para detectar diferencias en este tipo de estudios.

En la Fig.5 se presenta la proporción macho-hembra de las cabras Toggenburg, independientemente de su nivel de producción. Estos datos incluyeron 1,824 datos de partos de cabras de esta raza de ambos centros.

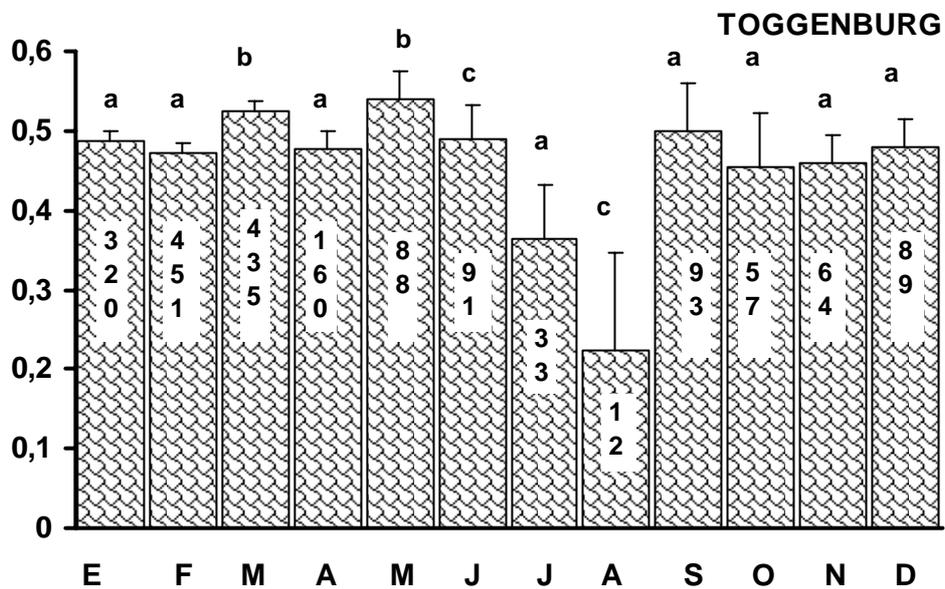


Fig. 5. Proporción macho-hembra de cabras Toggenburg explotadas en dos zonas geográficas de México y con potenciales de producción muy divergentes.

En los meses de julio y agosto se presentó un mayor ($P < 0.06$) número de machos que hembras, esto puede ser debido a que en la época de apareamiento de estas cabras (marzo y abril, respectivamente) la actividad sexual disminuye. Los resultados en esta raza concuerdan cercanamente con lo observado con las cabras Saanen y Nubia, lo cual, nuevamente sugiere, que los apareamientos de las cabras en la época de disminución de la actividad sexual, incrementa el nacimiento de cabritos, en comparación con las cabritas.

Además del fotoperiodo contrastante, la gestación de las cabras que parieron a mitad de año coincidió con las temperaturas más elevadas del norte de México, por lo que el estrés calórico pudiera influenciar la sobrevivencia de los embriones de los machos, en comparación con las hembras. Lo anterior puede tener un efecto directo en la reproducción de estos animales. Según Grant (2007) la alteración de la proporción macho-hembra en mamíferos, puede ser debido a la testosterona secretada por la madre, Lo anterior provocaría una mayor cantidad de crías machos. Considerando que los niveles de testosterona se incrementan en la hembra con el estrés ambiental, pudiera ser que los sesgos en la proporción macho-hembra sean el resultado de una mayor producción de testosterona en hembras sujetas al estrés térmico de la primavera, el cual

suele ser severo (temperaturas máximas alrededor de los 40°C en Tlahualilo, Durango).

Conclusiones

En general, este estudio reafirma que en las cabras, al igual que en muchos otros mamíferos, la proporción macho-hembra se ve afectada por diferentes factores. En el caso del presente estudio el periodo de fecundación parece ser el factor más importante que provoca el sesgo en la ocurrencia de mayor número de cabritos de un determinado sexo. Bajo las condiciones de este estudio, el tamaño de la camada no tuvo influencia sobre la proporción macho-hembra, pero el padre de los cabritos influyó para que se presentara un sesgo en el sexo de las crías. Finalmente, estos datos muestran que el nivel de productividad de los animales, o bien el sistema de producción (extensivo vs intensivo) no tiene influencia sobre la proporción macho-hembra de los cabritos.

Resumen

Se llevó a cabo un estudio con 20,929 registros de pariciones de cabras Saanen, Toggenburg, Alpina francesa, Granadina y nubia, en Tlahualilo, Durango (103° 26' 26" W, 26° 06' 12" N) y Apaseo Grande Guanajuato (100° 41' 07" W, 20° 32' 37" N), con el objeto de identificar si el padre, el tamaño de la camada, la raza de la madre y la mes de parto (efectos genéticos y no genéticos) afectan la proporción macho-hembra de los cabritos.

Los datos fueron analizados utilizando un modelo lineal. Este estudio reafirma que en las cabras, al igual que en muchos otros mamíferos, la proporción macho-hembra se ve afectada por diferentes factores. Bajo las condiciones de este estudio, el tamaño de la camada no tuvo influencia sobre la proporción macho-hembra, pero el padre de los cabritos influyó para que se presentara un sesgo en el sexo de las crías. Estos datos muestran que el nivel de productividad de los animales, o bien el sistema de producción (extensivo vs intensivo) no tiene influencia sobre la proporción macho-hembra de los cabritos.

LITERATURA CITADA

Austad, S.N., and Sunquist, M.E., 1986. Sex-ratio manipulation in the common opossum. *Nature* 324, 58-60.

Cote, S.D., Bianchet, M.F., 2001. Offspring sex ratio in relation to maternal age and social rank in mountain goats (*Oreamnos americanus*). *Beh. Ecol. Socib.* 49. 260-265.

Fajemisin, B., Ganskopp, D., Cruz, R., Vavra, M., 1996. Potential for woody plant control by Spanish goats in the sagebrush steppe. *Small Rumin. Res.* 20, 229-238.

Fisher, R. A., 1930. *The Genetical Theory of Natural Selection*. Oxford University Press, Oxford.

Grant, V.J., 2007. Could maternal testosterone levels govern mammalian sex ratio deviations? *J. Theoret. Biol.* 246, 708–719.

Gomendio, M., Malo, A.F. Soler, A.J. Fernández-Santos, M.R. Estes, M.C., García, A.J., Roldan, E.R.S., Garde, J., 2006. Male fertility and sex ratio at birth in red deer. *Science.* 314, 1445.

Hardy, I.C.W., 1997. Opossum sex ratios revisited: significant or non-significant? *Am. Nat.* 150, 420-424.

Kumi-Diaka, J., 1981. Sex ratio in indigenous cows (*Bos indicus*) in Nigeria. *Trop. Anim. Hlth. Prod.* 12, 48.

Kumpula, J., Roed, K.H., Holand, O., Mysterud, A., Tverdal, A. and Nieminen, M., 2007. Male phenotypic quality influences offspring sex ratio in polygynous ungulates. *Proc. Royal Soc. B.* 274, 727–733.

Lechniak, D., Strabel T., Bousquet D., King A.W., 1998. Sperm pre-incubation prior to insemination affects the sex ratio of bovine embryos produced in vitro. *Rep. Domst. Anim.* Vol 38, pp 224-227.

Lidstrom, J., Coulson T., Forchhammer L.K.M.C., T. Clutton-Brock. 2002. Sex-ratio variation in Soay sheep. *Behav. Ecol. Socialbiol.* 53.25-30.

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

Roelofs, J.B., E.B. Bouwman, H.G. Pedersen, Z. Riestra Rasmussen, N.M. Soede, P.D. Thomsen, B. Kemp. 2006. Effect of time of artificial insemination on embryo sex ratio in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 93, 366–371.

Rorie. R.W., 1999. Effect of timing of artificial insemination on sex ratio. *Anim. Scie. Dept. theorgen.* 52. 1273-1280.

Rosenfeld, C.S., Roberts, R.M., 2004. Maternal diet and other factors affecting offspring sex ratio: a review. *Biol. Reprod.* 71, 1063-1070.2007.

SAS Institute. 1989. *SAS/Stat User's Guide, Version 6.* SAS Institute Inc., Cary NC, USA

Silva Del Rio, N., Stewart, S. Rapnicki, P., Chang, Y.M., and Fricke P.M., 2007. An Observational Analysis of Twin Births, Calf Sex Ratio, and Calf Mortality in Holstein Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 90, 1255–1264.

Skjervold, H., 1979. Causes of variation in sex ratio and sex combination in multiple births in sheep. *Liv. Prod. Scie.* 6, 387-396.

Toro, M.A., Fernández, A., García-Cortés, L. A., Rodríguez J. y Silio L., Sex Ratio Variation in Iberian Pigs *Genetics* 173: 911–917 (June 2006)

Trivers, R.L., and Willard, D.E., 1973. Natural selection of parental ability to vary the sex ratio of offspring. *Science.* 179, 90-92.