



01674  
19

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD  
ANIMAL

**EL SEXO DE LAS CRÍAS EN UN REBAÑO DE CIERVO ROJO  
(Cervus elaphus scoticus) NEOCELANDÉS, NACIDAS EN  
MESOAMÉRICA.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO  
DE MAESTRO EN CIENCIAS

P R E S E N T A

ANDREA MARGARITA OLVERA RAMÍREZ  
294165

ASESORES

Armando Shimada Miyasaka  
Héctor Raymundo Vera Ávila  
Carlos Vásquez Peláez



Ajuchitlán, Querétaro

2001



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

01674

## **DEDICATORIA**

A DIOS por llevarme entre sus brazos

A MIS PADRES por su amor

A MIS HERMANOS: Carlos y Lety por su apoyo incondicional

AL DR ARMANDO SHIMADA por su confianza y amistad

A MIS AMIGOS por compartir su vida conmigo

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis Asesores: Dr Armando Shimada Miyasaka, Dr Carlos Vasquez Peláez y Dr Héctor Vera Ávila; por ser la guía en mi trabajo de tesis y por enseñarme lo divertido e importante que puede ser la investigación.

A los Doctores Jorge Cantó Alarcón y Juan de Dios Flores por mostrarme el camino para mi superación profesional.

A mis tías Hortensia, Estela y María, mis primas Claudia, Fabiola y Gabriela, y mis amigas Noritza y Andrea por su gran apoyo incondicional en este momento de mi vida.

Al los Doctores José Luis Romano y José Cuarón Ibargüengoitia por sus sabios consejos.

A mis maestros y compañeros de la maestría por internarme en la búsqueda del conocimiento.

A Sergio E., Harlem L., Laura G., Azucena M., Mauricio F., Cinthya G., Alvaro R., Joel M., Saul B., Mauricio B, Victor P., Miguel H., Arturo A. y Jose Luis M., por brindarme su amistad y regalarme buenos momentos durante mi estancia en Ajuchitlán.

Al Centro Nacional de Investigación en Fisiología y Mejoramiento Animal (CENIDyFMA) del INIFAP-SAGDR por las facilidades brindadas para el desarrollo del trabajo, principalmente a la MVZ America Luna.

Al Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Producción Bovina y Caprina "Rancho Cuatro Milpas" (C.E.I.E.P.B.C.) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, por las facilidades brindadas para el desarrollo del trabajo, principalmente a la MVZ Alejandra Sánchez.

A los trabajadores: Freddy, Don José y Ricardo por cuidarme y apoyarme durante el manejo de los animales.

A Ofelia Mora, Manuel Gómez por sus sugerencias para iniciar ésta investigación y a Laura Olvera por su colaboración técnica durante la obtención de los datos.

A Alejandra Ayanegui por ayudarme a agilizar los cambios de comité, asesor y todo esos problemas que se tuvieron.

A los Dres. Silvia Buntinx y Francisco Maldonado por sus sugerencias y comentarios sobre el trabajo de investigación.

Y a todas aquellas personas que de alguna manera me apoyaron durante este período de mi vida.

**¡A TODOS MIL GRACIAS!**

## INDICE

RESUMEN	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
Teorías de la asimetría en la proporción de sexos en la progenie	2
Posibles causas que modifican la proporción de sexos en la progenie	5
Proporción de los sexos en la progenie del ciervo rojo	13
III. OBJETIVOS	16
IV. ARTÍCULO: "La proporción de los sexos en la progenie en un rebaño de ciervo rojo ( <i>Cervus elaphus scoticus</i> ) neocelandés en cautiverio"	17
Resumen	17
Introducción	18
Material y métodos	20
Resultados	23
Discusión	24
Agradecimientos	27
Referencias	28
Gráfica y cuadros	31
V. TRABAJO EXPERIMENTAL EN C.E.I.E.P.B.C.: "Complementación durante la época de empadre"	34
VI. CONCLUSIONES	36
VII. REFERENCIAS GENERALES	37

## RESUMEN

Existen numerosos factores que afectan la proporción de los sexos en la progenie en los mamíferos. En vida silvestre en ciervo rojo se ha observado que la dominancia y la condición corporal de la madre tienen efecto sobre la proporción de los sexos en las crías, donde hembras dominantes tienen una mejor condición corporal que las subordinadas y crían más hijos machos. En cambio, en ciervos en cautiverio se ha observado que hembras bien alimentadas producen mayor proporción de crías hembras. En México en una población de ciervo rojo, se observó diferencia en la proporción de los sexos al nacimiento, lo cual condujo a una investigación con el objeto de identificar los efectos ambientales que influyen la proporción de los sexos en las crías en ciervo rojo en cautiverio. El trabajo se realizó en dos granjas localizadas en: Ajuchitlán, Qro. y Tepetzotlán, Edo. de Méx., e incluyó dos etapas: 1) investigación retrospectiva de los registros productivos durante los años 1994-2000; 2) investigación experimental realizada durante la época de empadre de 1999 en ambas localidades, con la finalidad de observar si una complementación (62 d) en esta etapa tiene efecto en la proporción de los sexos en la progenie. Mediante un diseño completamente al azar se formaron 6 lotes de 13 hembras y 1 macho en Ajuchitlán y 3 lotes de 28, 23 y 24 hembras con su respectivo macho para Tepetzotlán, a los cuales se les asignó uno de dos tratamientos: A) 500 g de maíz + pradera y B) pradera (testigo); durante la gestación las hembras se manejaron uniformemente de acuerdo a la localidad. Las variables de respuesta a medir fueron la proporción de los sexos en la progenie para ambas localidades y tiempo entre inicio del empadre y concepción solo para Ajuchitlán. Los resultados del estudio retrospectivo indican que en ambas localidades, durante los primeros años (94-96) hubo mayor proporción de crías machos nacidos en comparación con los años 97-99 ( $p < 0.04$ ). Hubo efecto de número de parto en, donde hembras de 5<sup>o</sup> parto tuvieron más crías hembras ( $P < 0.02$ ). Los mayores pesos al nacimiento se localizan en 97-99 ( $P < 0.01$ ); en hembras de 2 o más partos ( $P < 0.09$ ); y las crías machos pesan más que las hembras ( $P < 0.05$ ). No se observó efecto de la complementación en Ajuchitlán durante el empadre sobre la proporción de sexos en la progenie ( $P > 0.05$ ), pero si se disminuyó un 24% el número de días entre el inicio del empadre y el concepción (15.31 d vs 11.62 d, testigo vs tratado respectivamente ( $P < 0.01$ ). En el experimento de Tepetzotlán la complementación no tuvo efecto sobre la proporción de sexos en la progenie.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Desde que Darwin (1871) consideró la evolución de la proporción de sexos en la progenie como una solución futura para la preservación de las especies, numerosos investigadores se han dado a la tarea de estudiar la proporción de sexos en la progenie dentro del reino animal. Fisher (1930) desarrolló la clásica teoría que menciona que la proporción de sexos en la progenie siempre tiende al equilibrio (1:1). Posteriormente se desarrollaron teorías, hipótesis y modelos que tienden a explicar cómo los organismos varían la proporción de sexos en la progenie por cada generación, para adaptarse a los cambios del medio, principalmente en aquellas poblaciones de animales donde existe una estructura social (simios, prosimios, marsupiales, ciervos, bovinos, entre otros). Esta asimetría puede estar causada por diferentes factores externos; el saber cuáles son y cómo se pueden manipular tiene una relevancia práctica en el manejo de fauna silvestre en cautiverio en zoológicos, ranchos cinegéticos y para la conservación de poblaciones de animales silvestres.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

La proporción de sexos en la progenie permite mantener un equilibrio en las poblaciones de las especies para su reproducción y adaptación a los cambios del medio ambiente (Antolin, 1993). Se sabe que la determinación del sexo de la progenie es a través del complemento cromosomal al momento de la fertilización del cigoto. En los mamíferos, el macho es heterogamético (XY) y la hembra homogamética (XX), por lo que la presencia del cromosoma Y determina que un embrión sea del sexo masculino. En cambio, en aves y reptiles la hembra es la heterogamética (ZW) y el macho homogamético (ZZ), pero la determinación del sexo depende de la proporción entre los cromosomas Z y el número de cromosomas autosómicos.

Fisher (1930) desarrolló la teoría clásica que explica la igualdad (1:1) observada en la proporción de sexos en la progenie, mencionando que el costo para producir un macho o una hembra es el mismo, y aunque exista una inclinación en la frecuencia de un sexo en una generación en la población, en la siguiente se producirá más del sexo opuesto para mantener una igualdad en la proporción de sexos en la progenie. Sin embargo, esta predicción puede estar afectada en algunas especies por la estructura social de los rebaños, como en el caso donde pocos machos monopolizan el apareamiento con las hembras. Así entonces, la teoría de Fisher predice la proporción de la población, pero no necesariamente la distribución dentro de las familias o grupos de animales (Hardy, 1997).

### **TEORÍAS DE LA ASIMETRÍA EN LA PROPORCIÓN DE SEXOS EN LA PROGENIE**

Bajo ciertas condiciones y efectos ambientales los organismos tienen la habilidad de modificar la proporción de sexos en la progenie, fenómeno que ha determinado el desarrollo de diferentes teorías para ser explicado.



### *Teoría de la competencia local de apareamiento*

Esta teoría fue constituida a partir de las observaciones en algunos invertebrados, siendo la primera en considerar el efecto de la estructura de grupo, donde las crías, ya sean hembras o machos, no se dispersan del grupo natal, existiendo así, una competencia entre los hermanos por aparearse con las hembras. Si existe un mayor número de machos que de hembras para el apareamiento, la progenie de la siguiente generación presentará una proporción mayor de hembras; pero si existe un mayor número de hembras que contribuya a la progenie, la proporción de sexos tenderá al equilibrio (Hamilton, 1967).

### *Teoría de la competencia por recursos locales*

En esta teoría se considera que, de acuerdo con los recursos ambientales (pareja sexual, territorio, alimento), la madre puede reducir la competencia con su progenie aumentando la proporción del sexo con el que compita menos. Como el macho tiende a dispersarse, la competencia se da más entre las hembras, por lo que la tendencia de las madres es aumentar el número de machos nacidos cuando los recursos son escasos (Clark, 1978; Silk, 1984).

### *Hipótesis de la proporción de sexos de acuerdo con la condición corporal de la madre*

Trivers y Willard (1973) desarrollaron la hipótesis de que una hembra con buena condición corporal es mejor para criar a su progenie, ya que está más saludable, fuerte y pesada. Las crías de estas madres mantendrán una buena condición corporal hasta su vida adulta y llegarán a reproducirse. Sin embargo, una diferencia en la condición corporal en la vida adulta de los machos afecta en mayor proporción su éxito reproductivo que el de las hembras. Por lo tanto, hembras en mejor condición tienden a producir mayor número de machos en su progenie,

principalmente en especies de animales donde pocos machos dominan los harems.

*Hipótesis de las ventajas de las hijas de acuerdo con el rango social de la madre*

Hiraiwa-Hasegawa (1993) observó que en algunas especies de primates las hijas tienden a quedarse en su grupo natal y mantienen los rangos sociales de sus madres; sin embargo, los machos se dispersan de su grupo natal y el rango social de sus madres no determina el suyo. Por ello, las madres de alto rango producen mayor número de hembras, mientras que las subordinadas producen mayor proporción de machos.

*Hipótesis de las ventajas de las hijas y la competencia por los recursos locales*

Silk (1983) menciona que en grupos de primates la determinación del sexo de la progenie depende, además del rango social de la madre, de los recursos disponibles, dado que en casos de escasez, las hembras tienden a reducir la competencia, aumentando el porcentaje de crías machos para reducir las hembras inmaduras dentro del grupo.

*Hipótesis de acuerdo con el tiempo reproductivo.*

Wright *et al.* (1995) proponen en marsupiales poliginios que cuando las madres producen dos camadas, la progenie de la primera camada es más grande en tamaño que la segunda. Debido a esa diferencia, los machos de la primera camada tienen más ventajas para aparearse que los machos de la segunda camada. Por lo tanto, las hembras tienden a producir más machos en la primera camada que en la segunda.

## **POSIBLES CAUSAS QUE MODIFICAN LA PROPORCIÓN DE SEXOS EN LA PROGENIE**

La proporción de sexos en la progenie está afectada principalmente por la mortalidad prenatal y posnatal (Roberts, 1991).

Krackow (1995, 1997) propone un modelo donde relaciona los factores ambientales con la asimetría en la proporción de los sexos, desde la etapa prenatal, donde, por una alteración en el desarrollo fisiológico del blastocisto (etapa del embrión) alrededor del momento de su implantación en algunos de los sexos, se ocasiona muerte y reabsorción fetal, desarrollándose una asimetría en la proporción de los sexos, debido a que no hay una implantación exitosa. Esto parece estar asociado a una diferencia en la velocidad de crecimiento del blastocisto de acuerdo con el sexo, que al ser mas lenta en el caso del macho, puede provocar que no se mantenga la sincronización del blastocisto con la receptividad del útero y ocurra la reabsorción del embrión, con retorno al estro (Goodwin *et al.*, 1996). Roberts (1991) propone que en los primeros estadios de desarrollo del embrión, este puede no sobrevivir debido a que no es capaz de enviar una señal adecuada a su madre para extender la vida del cuerpo lúteo y por lo tanto ocurre el retorno al estro. En borregas y en vacas la regresión del cuerpo lúteo es alrededor de los días 12-13 y 15-16, respectivamente (Bazer *et al.*, 1986) y depende de la secreción de prostaglandinas F2-alfa ( $PGF2\alpha$ ) por el endometrio, cuya secreción es impedida cuando la hembra está preñada. El reconocimiento de la preñez se da por la producción de una sustancia proteica que produce el trofoblasto (capa de células que se encuentra en el blastocisto), llamada interferón del trofoblasto, que suprime la secreción pulsátil de la oxitocina y  $PGF2\alpha$  producida en el útero, inhibiendo la luteólisis del cuerpo lúteo (Bainbridge *et al.*, 1996).

En la etapa posnatal, la proporción de sexos en la progenie puede ser afectada por la mortalidad de las crías durante su crecimiento, principalmente en

mamíferos ungulados poliginios que muestran un dimorfismo sexual muy marcado (Pérez-Barbería y Gordon, 1998), siendo los machos más grandes que las hembras, con una velocidad de crecimiento mayor (Post *et al.*, 1999). Esto tal vez se debe a la selección intrasexual, que favorece un mayor crecimiento, el cual está limitado por la inversión de la madre (Byers y Moodie, 1990). Si la madre no invirtió lo suficiente para los requerimientos de su hijo, éste tiene mayor riesgo de muerte durante su infancia. Esto puede estar determinado por el estado social, ya que se ha observado que crías machos tienen mayor mortalidad que las crías hembras en madres subordinadas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentaje de mortalidad de machos y hembras de cervatos de ciervo rojo (0-12 meses) y añojos (12-24 meses) con relación al rango de dominancia de sus madres.

Rango de la madre	Cervatos			Añojos		
	Machos	Hembras	P	Machos	Hembras	P
Dominante	36(185)	36(125)	NS	8(115)	11(80)	NS
Subordinada	51(102)	30(109)	<0.001	30(50)	12(76)	<0.05

El tamaño de la muestra está dada en el paréntesis.

NS, no significativo

(Clutton-Brock *et al.*, 1985)

Sin embargo, no todas las especies de ungulados con el mismo grado de poliginia y dimorfismo sexual muestran comportamiento semejante (Byers y Moodie, 1990).

Algunos de los factores ambientales, sociales y fisiológicos que han sido asociados con la variación en la proporción de sexos en la progenie de mamíferos, pájaros y reptiles son: las condiciones climáticas, la densidad de la población, la nutrición y la condición corporal, la estructura social, el estrés, la edad de la madre, el tiempo de apareamiento y momento de inseminación con respecto a la ovulación o al estro, entre otros (Glatston, 1997; Rorie, 1999).

## A) CONDICIONES CLIMÁTICAS

### ❖ Temperatura

En reptiles, en general, se sabe que la temperatura ambiental determina el sexo de la progenie debido a que influye sobre el desarrollo y función gonadal (Crews *et al.*, 1994), alterando el metabolismo de las hormonas esteroides. Específicamente, los andrógenos no aromatizables y los inhibidores de la aromatasa inducen la diferenciación testicular en temperaturas que producen hembras; sin embargo, los andrógenos aromatizables y los estrógenos inducen la diferenciación testicular en temperaturas que producen machos (Bergeron *et al.*, 1999). En lagartijas, y aparentemente en lagartos (*Alligator mississippiensis*), los huevos que se incuban a temperaturas bajas producen hembra, mientras que a temperaturas altas se producen machos y en temperaturas intermedias se producen ambos sexos (Ferguson y Joanen, 1983; Ciofi y Swingland, 1997). Este mismo fenómeno se observa en quelónidos, principalmente de la familia Emydidae; en cambio en los quelónidos de la familia Cheloniidae, lagartijas y cocodrilos (*Caiman cocodrylus*, *Cocodrylus spp.*), las hembras se producen a bajas y altas temperaturas y los machos a temperaturas intermedias (Ciofi y Swingland, 1997).

### ❖ Precipitación pluvial

En el ciervo rojo se ha observado que la proporción de sexos en la progenie está relacionada con la precipitación pluvial, pues por cada 100 mm extra de lluvias en invierno se reduce 1.3% la cantidad de machos en la siguiente primavera (Kruuk *et al.*, 1999), ya que se incrementa la mortalidad juvenil en la población durante el invierno (Albon *et al.*, 1987).

## B) DENSIDAD DE POBLACIÓN

La densidad de población en las especies usualmente está relacionada con la demanda y disponibilidad de alimento. Por ejemplo, especies grandes requieren

más energía que las que son pequeñas y generalmente su densidad de población es más baja; esto se puede mostrar en poblaciones de ungulados y primates (Clutton-Brock y Harvey, 1978), por lo que la densidad de la población juega un papel importante en las estrategias reproductivas de los animales, como parece ser el caso de la proporción de sexos en la progenie.

Kruuck *et al.* (1999) mencionan que en poblaciones silvestres de ciervo rojo (Isla de Rum, Escocia) conforme aumenta la densidad de población, disminuye la proporción de machos nacidos por año (aproximadamente en un 10%). El incremento en la densidad de población provoca una mayor competencia entre los animales, limitando la cantidad de alimento y otros recursos (Cockburn, 1999). Esto provoca un estrés nutricional disminuyendo la fecundidad de la hembra (Kruuk *et al.*, 1999) y en el caso del ciervo rojo se puede afectar más fácilmente el crecimiento del embrión macho comparado con el del embrión hembra (Flint *et al.*, 1997). De la misma manera, en alces (*Alces alces*) la densidad está fuertemente relacionada con la proporción de sexos, pues la proporción de crías machos declina cuando la densidad de población se incrementa (Solberg y Saether, 1994).

### C) NUTRICIÓN Y CONDICIÓN CORPORAL

Trivers (1972) definió un concepto llamado "inversión parental" como el costo energético que deben cubrir los padres para la sobrevivencia de su progenie. Entre más fuertes sean los padres, mayores posibilidades tendrá su progenie de sobrevivir y llegar a su etapa reproductiva.

La condición corporal de la madre puede afectar la proporción de los sexos en la progenie para aumentar la probabilidad de sobrevivencia de la especie. En estudios en mamíferos ungulados se ha observado que hembras en buena condición producen mayor proporción de machos en la progenie, en relación con aquellas de condición corporal pobre (Kojola y Eloranta, 1989; Kent, 1995; Wauters *et al.*, 1995; Meikle *et al.*, 1996). Kucera (1991), en una población de venado bura

(*Odocoileus hemionus*), observó que hembras que llevaban dos fetos machos tenían mayores reservas de grasa que hembras que llevaban dos hembras o hembra y macho.

Por otro lado, existen estudios donde se informa que existe un efecto nutricional sobre la proporción de sexos en la progenie. Verme (1969, 1985) observó en el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) que hembras mantenidas en un plan nutricional bajo producen mayor cantidad de machos en comparación con hembras bien alimentadas, las cuales producen una mayor proporción de crías hembras. Verme postuló que la tendencia de las hembras a producir un excedente de crías machos cuando las condiciones eran malas, junto con una disminución en la fecundidad, podría ayudar a regular la población. El mismo efecto se ha observado en cabras domésticas (Sachdeva *et al.*, 1973). En ungulados cautivos en Yukon, Canadá, (wapití, reno, borrego Stone y Alaska, cabra de la montaña y caribú), que han sido complementados con un concentrado con 16% de proteína (granos, pasta de soya, minerales y vitaminas) aparte del heno de alfalfa (con menos de 13% PC), se han observado mayores nacimientos de crías hembras que de machos (Hoefs y Nowlan, 1994). En contraste, en algunas poblaciones cautivas de wapitis y de venado bura no se ha observado ningún cambio en la proporción de sexos en la progenie cuando los animales fueron complementados nutricionalmente (Hudson *et al.* 1991; Robinette *et al.*, 1973).

La práctica de complementar alimento antes de la época de empadre ("flushing"), tiene un efecto positivo, debido a que aumenta la energía disponible, incrementando la tasa de ovulación (Meyer y Bradford, 1973; Khireddine *et al.*, 1998). Lo anterior, porque hay un mayor estímulo en la secreción de gonadotropinas favoreciéndose así el desarrollo folicular (Downing y Scaramuzzi, 1991). También con el "flushing" se mejora el comportamiento reproductivo de hembras ovinas en pobre condición pues aumenta el éxito embrionario de ovulaciones gemelares produciendo más corderos (West *et al.*, 1991). En novillas

anéstricas que entraron en un plan nutricional alto se encontró que los niveles de energía de la dieta afectaron las concentraciones plasmáticas de glucosa, insulina, ácidos grasos no esterificados (AGNE), factores de crecimiento tipo insulina y urea (Richards *et al.*, 1989). En novillos con restricción en el consumo de energía (25%) durante 92 días, se redujeron los niveles plasmáticos de glucosa, insulina y tironinas, aumentando los de la hormona de crecimiento (Hayden *et al.*, 1993; Henricks *et al.*, 1994). Además, cuando se mejoran los niveles de energía en la dieta se observa un incremento en la secreción de hormona luteinizante (Schillo, 1992).

Con respecto a la tasa de preñez, ésta se incrementa en vacas complementadas en comparación con vacas no complementadas, lo cual se atribuye a una disminución en la muerte embrionaria temprana. Así mismo, el "flushing" puede tener un efecto positivo sobre la fertilidad (Khireddine *et al.*, 1998), pues para el crecimiento y desarrollo del embrión se necesitan altas concentraciones de glucosa. In vitro se ha observado en embriones de murino y de bovino que una complementación con glucosa y metionina mejora el crecimiento de los embriones y la síntesis de proteína (Rondeau *et al.*, 1996).

#### D) ESTRUCTURA SOCIAL

En muchos mamíferos (i.e. primates, ungulados y carnívoros) la asociación de los individuos en un grupo se da a través de una estructura social muy desarrollada que determina la distribución de los recursos. Las interacciones sociales pueden manifestarse en forma de dominancia donde individuos con mayor rango excluyen a los subordinados de ciertos recursos. Clutton-Brock *et al.* (1986) mencionan que el éxito reproductivo es mayor para hembras dominantes de ciervo rojo que para las subordinadas y que entre más dominante sea la hembra está tiene una mayor posibilidad de tener una cría por año con mayor probabilidad de sobrevivencia en la madurez. En cuanto a la proporción de sexos en la progenie, las hembras de



ciervo rojo con mayor rango social tienden a tener mayor cantidad de crías machos que las subordinadas. Algo similar se ha observado en el borrego Berberiano (*Ammotragus lervia*) en cautiverio (Casinello, 1996). Por otro lado, se menciona que el rango social está relacionado con el peso corporal de la cierva y entre mayor sea el peso, el rango de la hembra será mayor (Kojola, 1989).

En primates, como el mono rhesus (*Macaca mulatta*) se ha observado que hembras de alto rango jerárquico dentro del grupo tienen mayor número de crías hembras que de machos (Meikle *et al.*, 1984). Por otro lado, Simpson y Simpson (1982) han reportado que las hembras de alto rango producen de igual manera crías machos y hembras y que las hembras de bajo rango producen mas crías machos. Lo mismo se ha informado en el macaco bonnet (*Macaca radiata*) (Silk *et al.*, 1988). Sin embargo, Berman y Rawlins (1985) no encontraron diferencias en cuanto a la proporción de sexos en la progenie de hembras con distinto estado social de mono rhesus. Por otro lado, en pequeñas colonias cautivas de este primate se ha observado que en grupos de hembras del más bajo rango social se producen un mayor número de crías machos. Sin embargo, no hay diferencia en la proporción de machos y hembras en la progenie de en hembras de segundo, tercero, cuarto y quinto orden del grupo social, aunque en las hembras de más alto rango, se observó un mayor número de hijas (Nevinson *et al.*, 1996; Nevinson, 1997).

En prosimios, como el lemur de cola anillada (*Lemur catta*), las hembras sobrepoducen crías hembras para la formación de un nuevo grupo, expulsando a las madres jóvenes cuando hay un aumento en los recursos locales (Nunn y Pereira, 2000).

## E) ESTRÉS

El estrés involucra un sinnúmero de sistemas endocrinos, parácrinos y neurales que impactan a nivel del hipotálamo (afecta la secreción de GnRH) y de la glándula

pituitaria, afectando la secreción de gonadotropinas con un efecto directo en las gónadas. Los diferentes estresores tienen diversos efectos y hay variaciones en la respuesta al estrés, ya sea a corto o largo plazo (Tilbrook *et al.*, 2000). En zonas tropicales, la alta temperatura provoca un estrés calórico afectando la fertilidad (Ronn *et al.*, 1984; Wolfenson *et al.*, 1988), debido a una disminución en la viabilidad y en el desarrollo del embrión (Fuquay, 1981; Monty y Racoswky, 1987), además de que puede cambiar el ambiente uterino (Geisert *et al.*, 1988). Un estrés agudo (aplicación de técnicas como la inseminación artificial) puede provocar en ciervos que la glándula adrenal produzca una mayor cantidad de progesterona en corto tiempo (Asher *et al.*, 1996), en respuesta a la estimulación de la ACTH (Plotka *et al.*, 1983), inhibiendo el estrógeno y la ovulación (Asher *et al.*, 1996)

La carencia de alimento es otro estresor en los mamíferos y puede incrementar diferencias en la sobrevivencia entre los sexos antes y después del nacimiento (Rivers y Crawford, 1974). Se ha observado que hembras estresadas tienden a tener mayor número de crías machos en su progenie ya sea cuando el tamaño de la camada se reduce en número o cuando el tamaño de las crías en la camada es menor que el promedio de las otras (McGinley, 1984). En venado bura, las hembras estresadas por carencia de alimento producen 1.15 crías y hembras bien alimentadas producen 1.75 crías (Verme, 1969). La tendencia a producir un mayor número de crías machos se ha reportado en lobas estresadas (*Canis lupus*; Mech, 1975), en mirlos de ala roja (*Agelais phoeniceus*; Myers 1978) y en la cabra doméstica (*Capra hircus*; Sachdeva *et al.*, 1973)

#### F) EDAD DE LA MADRE

En Finlandia, se ha observado en caribú del ártico (*Rangifer tarandus groelandicus*) que hembras de 2 a 4 años producen un menor porcentaje de machos en comparación con hembras de 5 a 7 años (Thomas *et al.*, 1989). En el borrego cimarrón se ha observado que la edad de las hembras tiene una correlación parcial

con la proporción de sexos en la progenie, pues las madres de mayor edad tienden a producir más hembras (Bérubé *et al.*, 1996). En cambio, en reno semi-domesticado, la edad de la madre no afecta aparentemente dicha proporción (Kojola y Eloranta, 1989).

#### G) TIEMPO DE APAREAMIENTO Y DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

En mamíferos se ha sugerido que el tiempo de apareamiento o inseminación artificial en relación con la ovulación puede influir en la proporción de sexos en la progenie, ya que una inseminación temprana favorece la producción de crías hembras y una inseminación tardía favorece la producción de crías machos.

Por ejemplo, en venado bura se ha observado que hembras que se aparearon de 37 a 96 h después del estro tuvieron mayor cantidad de machos que hembras que se aparearon en las primeras 36 h (Verme y Ozoga, 1981). En vacas se ha observado que a una inseminación temprana se producen mayor cantidad de becerras y en inseminaciones tardías se producen mayor cantidad de becerros. Se especula que esto podría presentarse por que los espermatozoides con cromosoma Y parecen ser capacitados antes que los que portan el cromosoma X, por lo que en inseminaciones tempranas el esperma Y se capacita antes y pierde su habilidad para fertilizar, antes de que ocurra la ovulación y entonces son las poblaciones de espermatozoides X las que fertilizan el oocito (Wehner *et al.*, 1997).

#### **PROPORCIÓN DE LOS SEXOS EN LA PROGENIE DEL CIERVO ROJO**

En la isla de Rhum, Escocia, se ha informado que en el ciervo rojo de vida silvestre, la asimetría entre las proporciones de sexos en la progenie ocurre en respuesta al estado de dominancia social y que la dominancia está ligada a la condición corporal de la madre (Clutton-Brock, *et al.*, 1985; Flint *et al.*, 1997a): hembras dominantes consumen mejor forraje (Kruuk *et al.*, 1999) y producen

mayor proporción de crías machos en comparación con las hembras subordinadas (Flint *et al.*, 1997a). Esto se ha relacionado con la implantación del embrión y la velocidad de crecimiento del blastocisto de acuerdo con el sexo; si no se mantiene la sincronización del blastocisto con la receptividad del útero, la hembra reabsorbe el embrión y retorna al estro para aparearse (Goodwin *et al.*, 1996).

Como estos animales son poliginios, existe mayor dimorfismo sexual, por lo que, la selección sexual favorece un incremento en el tamaño corporal del macho debido a que tienen que pelear para formar sus harems (Pérez-Barbería y Gordon, 1998). La selección sexual también favorece un rápido crecimiento y maduración de los machos. Sin embargo, en las hembras la selección competitiva ha favorecido un incremento en la condición corporal y una fácil madurez sexual a expensas del tamaño (Post *et al.*, 1999). El rápido crecimiento de las crías machos demanda mayor producción de leche que el de las crías hembras (Clutton-Bock *et al.*, 1981).

La variación en la proporción de sexos en la progenie de los ciervos apoya la hipótesis de Trivers y Willard (1973), pero la explicación fisiológica puede estar relacionada con la selección desde la implantación del blastocisto, donde tiene un papel importante el interferón del trofoblasto, el cual extiende el tiempo de vida del cuerpo lúteo en la cierva, lo que da la señal de preñez en la hembra (Brainbridge *et al.*, 1996; Demmers *et al.*, 1999). El cuerpo lúteo es afectado por el estado social de la hembra, pues hembras dominantes tienen mayor concentración de progesterona que las subordinadas (Flint *et al.*, 1997b), manteniéndose la preñez (Goodwin *et al.*, 1999). Además, el interferón del trofoblasto se produce en mayor cantidad cuando el blastocisto es macho, sobre todo si las ciervas presentan una buena condición corporal (Flint *et al.*, 1997a).

Por otro lado, una de las características de dominancia es tener acceso preferencial a las mejores pasturas cuando el recurso es restringido, viéndose los animales sumisos forzados a consumir los alimentos menos nutritivos. A medida que

aumenta la densidad de población en vida silvestre (disminución en la disponibilidad del alimento), hay una tendencia a aumentar el número de hembras nacidas (Cockburn, 1999).

En cautiverio no se ha podido observar si existe relación entre la dominancia y la condición corporal, debido a que los animales tienen un mejor plano nutricional y los movimientos individuales entre los grupos por razones de manejo confunden la relación de dominancia social (Goodwin *et al.*, 1999).

### III. OBJETIVOS

- Identificar mediante una investigación retrospectiva, efectos ambientales con influencia sobre la proporción de sexos en la progenie y el peso al nacimiento en un hato de ciervo rojo (*Cervus elaphus scoticus*) neocelandés nacido en el altiplano de México.
- Estimar el efecto del "flushing" durante el empadre sobre la proporción de sexos en la progenie de hembras de *Cervus elaphus scoticus*.

## IV. ARTÍCULO

# La proporción de los sexos en la progenie en un rebaño de ciervo rojo (*Cervus elaphus scoticus*) neocelandés en cautiverio

Andrea Olvera<sup>1</sup>, América Luna<sup>2</sup>, Alejandra Sánchez<sup>3</sup>, Carlos Vásquez<sup>5</sup>, Héctor Vera<sup>1,2</sup> y Armando Shimada<sup>2,4</sup>

<sup>1/</sup> Posgrado en Ciencias de la Producción y la Salud Animal. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. Ajuchitlán, Qro.

<sup>2/</sup> Centro Nacional de Investigación en Fisiología y Mejoramiento Animal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Ajuchitlán, Qro.

<sup>3/</sup> Centro de investigación, Enseñanza y Extensión en Producción Bovina y Caprina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. Tepetzotlán, Méx.

<sup>4/</sup> Laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional (RuMeN). Coordinación General de Estudios de Posgrado e Investigación. Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán. UNAM. Ajuchitlán, Qro.

<sup>5/</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.

## RESUMEN

Con el objeto de identificar efectos ambientales que influyen la proporción de sexos en la progenie de ciervo rojo en cautiverio, se realizó un trabajo de investigación en dos granjas experimentales de México localizadas en Ajuchitlán, Qro., y Tepetzotlán, Edo. de Mex. La investigación se realizó a través de 1) estudio retrospectivo de registros producidos en ambas localidades en los años 1994-2000; 2) estudio experimental realizado durante la época de empadre de 1999 en Ajuchitlán, Qro. Con la finalidad de observar si una complementación en esta etapa tenía efecto sobre la proporción de sexos en la progenie. Para este fin se utilizó un diseño completamente al azar, donde se formaron 6 lotes al azar de 13 hembras y 1 macho cada uno, con dos tratamientos (durante 62 d): A) 500 g de maíz + pradera y B) pradera (testigo). Durante la gestación las hembras se manejaron uniformemente y al momento de los partos las crías fueron identificadas y sexadas. Las variables de respuesta a analizar fueron: la proporción de los sexos de la progenie y el tiempo entre el inicio del empadre y la concepción. Los resultados del estudio retrospectivo indican que en ambas localidades, durante los primeros años (94-96) hubo mayor proporción de crías machos nacidos en comparación con los años 97-99 ( $p < 0.04$ ). Hubo efecto de número de parto en, donde hembras de 5º parto tuvieron más crías hembras ( $P < 0.02$ ). Los mayores pesos al nacimiento se localizan en 97-99 ( $P < 0.01$ ); en hembras de 2 o más partos ( $P < 0.09$ ); y las crías machos pesan más que las hembras ( $P < 0.05$ ). No se observó efecto de la complementación durante el empadre sobre la proporción de sexos en la progenie ( $P > 0.05$ ), pero si se disminuyó un 24% el número de días entre el inicio del empadre y la concepción (15.31 d vs 11.62 d, testigo vs tratado respectivamente ( $P < 0.01$ )).

*Palabras clave:* Proporción de los sexos en la progenie, Ciervo rojo, Cautiverio.

## INTRODUCCIÓN

Desde hace 60 años se postuló que la proporción de los sexos en la población siempre tiende a la igualdad (Fisher, 1930). Sin embargo, la distribución de sexos puede variar dentro de las familias o grupos de animales (Hardy, 1997). Diversos estudios muestran mayor proporción de un sexo de acuerdo a diferentes condiciones. Tal es el caso de los mamíferos poliginios, los cuales compiten por los recursos para poder reproducirse, favoreciendo en ocasiones a alguno de los sexos de la progenie. Trivers y Willard (1973) mencionan que, de acuerdo a la inversión que tengan los padres sobre su condición corporal, habrá tendencia a favorecer un sexo en su progenie, por lo que hembras en buena condición corporal producirán en mayor medida crías machos. En poblaciones de ciervos en vida silvestre, se ha observado que hembras con mejor condición corporal producen mayor proporción de crías machos y que ello está fuertemente asociado con el estado de dominancia social de la cierva (Clutton-Brock *et al.*, 1981; Kojola, 1997; Flint *et al.*, 1997; Kruuck *et al.*, 1999). Las hembras dominantes, además de producir un mayor porcentaje de crías machos, son las primeras que crían y su progenie es mucho más fuerte y capaz de sobrevivir en su madurez, en contraste con hembras subordinadas que preferentemente crían hijas (Clutton-Brock *et al.*, 1986). En las especies poliginias, el éxito reproductivo se favorece por el tamaño en el macho y por lo tanto por un crecimiento temprano y rápido; en cambio en las hembras, el tamaño es de poca importancia y la rapidez para llegar a la madurez sexual o responder a mejoras en la calidad de alimentación e incrementar la condición corporal son las características deseables (Post *et al.*, 1999). Esto implica que las crías machos necesitan mayor inversión de la madre para lograr éxito como reproductores y si la madre no puede invertir lo suficiente en su condición corporal (i. e. hembra subordinada) de tal manera de asegurar el éxito reproductivo de los hijos machos, se incrementará la mortalidad de estos a nivel embrionario (Clutton-Brock *et al.*, 1985). Esto es mediado aparentemente por una deficiente producción



de interferón por parte del trofoblasto (Flint *et al.*, 1997) y como consecuencia una señal débil que indique a la hembra su estado de gestación (Bainbridge *et al.*, 1996).

En contraste con lo anterior, en ungulados en cautiverio se ha informado que bajo condiciones óptimas de disponibilidad de alimento, la tendencia es a favorecer el nacimiento de hembras (Hoefs y Nowlan, 1994). Además, en cautiverio la relación entre la condición corporal y el estado de dominancia se oscurece (Goodwin *et al.*, 1999). Por otro lado, en zoológicos se ha observado también la asimetría en la proporción de sexos en la progenie pero desafortunadamente, no se han realizado estudios sistemáticos para explicar dicho fenómeno en esas observaciones casuales (Glatston, 1997).

Dado lo anterior, es importante definir los fundamentos biológicos del fenómeno observado, considerando factores asociados a la variación en la proporción de sexos, como alimentación, estación del año, enfermedades, niveles hormonales de gonadotropinas y esteroides, estado social, estrés y edad al parto (Rorie, 1999). Esto permitiría especializar las granjas de venta de pie de cría, o bien de animales machos para ranchos cinegéticos; además como modelo biológico para la conservación de poblaciones silvestres de otros ungulados, haciendo más eficiente y rápida la repoblación de rebaños de animales en peligro de extinción. Si una gran parte de la asimetría en la proporción de sexos en la progenie de estos animales se debe a la condición corporal de la madre antes de la concepción, podría tenerse un efecto positivo si se reforzara la alimentación de los animales durante el empadre ("flushing"), incrementando así la disponibilidad de energía alimenticia y la supervivencia embrionaria (West *et al.*, 1991), teniendo un efecto positivo en la concepción (Khiredine *et al.*, 1998), ya que el crecimiento y desarrollo del embrión requiere de altas concentraciones de glucosa (Rondeau *et al.*, 1996). Entonces, si las crías machos son las que necesitan mayor inversión de las madres porque si no mueren en el útero (Trivers y Willard, 1973), un mayor aporte de

energía durante la implantación reduciría la muerte embrionaria, siendo la práctica de "flushing" en la época de empadre la que podría ayudar a controlar la proporción de los sexos de la progenie en cautiverio.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de algunos factores ambientales que influyen en la determinación del sexo de las crías y el peso al nacimiento de ciervos rojos en cautiverio, así como evaluar el efecto del "flushing" durante el empadre sobre la proporción de sexos en su progenie.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### *Localización.*

El estudio se realizó en dos granjas experimentales de ciervo rojo. Una perteneciente al gobierno federal (CENIDyFMA)<sup>1</sup>, localizada a una altitud de 1990 msnm, entre las coordenadas geográficas 20° 47' de latitud norte y 100° 03' de longitud oeste. Con clima BS1K (w), precipitación pluvial anual de 460-630 mm y una temperatura media de 17.4°C (INEGI, 2000). Otra perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México (C.E.I.E.P.B.C.)<sup>2</sup>, con una altitud de 2450 msnm, dentro de las coordenadas 19° 43' latitud norte y 94° 14' longitud oeste. Con clima C(WO)(W)b(i'), temperatura media anual de 14°C y una precipitación pluvial promedio de 611 mm (Gobierno del Estado de México, 2000).

1

### *Conformación del hato*

En 1994 se introdujeron en México 800 ciervos rojos (80 machos y 720 hembras) de Nueva Zelanda, como una alternativa para producción de carne. Los animales

---

<sup>1</sup>CENIDYMA, localizada en las instalaciones del Centro Nacional de Investigación en Fisiología y Mejoramiento Animal del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias - Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural y Pesca (INIFAP-SAGARP), ubicado en el km. 2.6 de la carretera a Colón, Municipio de Colón, Querétaro.

<sup>2</sup>C.E.I.E.P.B.C., localizada en las instalaciones del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Bovina y Caprina "Rancho Cuatro Milpas al norte de la Ciudad de México, entre el límite de los Municipios de Cuautitlán Izcalli y Tepetzotlán, Estado de México.

se distribuyeron en diferentes zonas del país para su producción en cautiverio, dejándose dos granjas para investigación: 1) C.E.I.E.P.B.C, con un rebaño de 5 machos y 75 hembras y, 2) CENIDFyMA con un rebaño de 5 machos y 50 hembras.

### *Manejo*

Los animales se distribuyeron en ambas localidades, sin que fueran sujetos a ningún manejo para su adaptación durante los años 94 y 95; para el año de 1996 se inició un manejo rutinario.

### *Estudio retrospectivo de la proporción de sexos en la progenie en dos rebaños de ciervo rojo.*

Se analizaron los registros productivos de los rebaños de ciervo rojo. Para la localidad de CENIDFyMA, el estudio comprendió los años registrados de 1994 al 2000, mientras que para el C.E.I.E.P.B.C, el estudio fue de 1996 al 2000 para la variable peso al nacimiento, mientras que para la proporción de sexos solo se utilizaron hasta 1999. Para determinar si los efectos de año, número de parto y sexo (sólo en el caso del peso al nacimiento) influyen sobre la proporción de los sexos y el peso al nacimiento de las crías. El total de la variación se expresó a través del siguiente modelo para el peso al nacimiento:  $Y_{ijklm} = \mu + L_i + \delta_i + A_j + P_k + S_l + AP_{jk} + AS_{jl} + PS_{kl} + APS_{jkl} + \varepsilon_{(ijkl)m}$  donde  $Y_{ijklm}$  es el  $m$ -ésimo peso al nacimiento asociado al  $l$ -ésimo sexo, al  $k$ -ésimo parto, al  $j$ -ésimo año, en la  $i$ -ésima localidad.  $\mu$  es la media general,  $\delta_i$  es el error de restricción asociado a la  $i$ -ésima localidad y  $\varepsilon_{(ijkl)m}$  es el error aleatorio  $N,D(0, \sigma^2)$ .

Aquellas interacciones que no mostraron significancia estadística ( $P > 0.25$ ) fueron removidas del modelo final.

El mismo modelo fue utilizado para explicar la proporción de sexos, eliminando el efecto de sexo de la cría y de las interacciones asociadas. Para esta última respuesta también se analizó el comportamiento de la proporción de las hembras nacidas a través de los años en forma independiente utilizando un modelo de regresión.

*Efecto del "flushing" durante el empadre sobre la proporción de los sexos en la progenie del ciervo rojo.*

Durante el empadre de 1999 (6 de Octubre al 7 de Diciembre), se realizó en la granja CENIDFyMA un "flushing" de 62 d con maíz (*Zea mays*), con la finalidad de observar si existía efecto de este sobre la proporción de sexos en la progenie.

*Animales*

Se utilizaron 78 hembras de 2 a 7 años edad (1 a 6 partos) y 6 sementales de 5 a 7 años de edad de ciervo rojo neocelandés.

*Alimentación*

Se formaron 6 lotes homogéneos de 13 hembras y 1 semental; tres lotes recibieron durante el empadre (62 d) forraje henoificado de alfalfa (*Medicago sativa*) y ryegrass (*Lolium perenne*) para su consumo a libertad (tratamiento A: testigo); a los tres lotes restantes se les ofreció además del tratamiento A, 500 g maíz rolado/cabeza/d (tratamiento B: grupo tratado). El forraje se administró dos veces al día (0700 y 1430) en ambos tratamientos y para los lotes que recibieron el maíz se administró 1 vez al día (1200).

*Diseño experimental*

En este experimento se utilizó un diseño completamente al azar, donde las variables a analizar fueron: proporción de los sexos en la progenie y tiempo entre

inicio de empadre y concepción (fecha de parto – duración de la gestación), las cuales fueron analizadas por la prueba de ji-cuadrada y comparación de medias la prueba de Student, respectivamente.

### *Manejo*

Al finalizar los tratamientos, las hembras estuvieron en un sistema rotatorio de pastoreo en cuatro praderas, compuestas de alfalfa y ryegrass. Durante los partos, las hembras fueron confinadas de acuerdo al tratamiento-réplica. La parición se presentó de mayo a junio. Al nacimiento, los cervatillos fueron identificados y sexados.

## **RESULTADOS**

### *Estudio retrospectivo*

#### *Peso al nacimiento*

En el cuadro 1 se muestra el análisis de varianza de los efectos ambientales sobre el peso al nacimiento del ciervo rojo de 1994 al 2000. Se observaron efectos de año ( $P < 0.01$ ), número de parto ( $P < 0.09$ ) y sexo de la cría ( $P < 0.05$ ). El cuadro 2 muestra las medias mínimo cuadráticas y sus errores estándar para los efectos ambientales sobre el peso al nacimiento de las crías de ciervo rojo. Puede observarse que las hembras de primer parto produjeron crías 15% más ligeras con respecto a las madres de segundo o más partos. Por su parte, los machos resultaron ser 7.5% más pesados que las hembras. Con respecto al año se observó que los mayores pesos al nacimiento se dieron de 1998 al 2000.

#### *Proporción de sexos en la progenie*

En el cuadro 3 se muestra el análisis de varianza para la proporción de sexos en la progenie del ciervo rojo de 1994 a 1999, observándose efectos de localidad ( $P$

<0.07), año ( $P < 0.04$ ) número de parto ( $P < 0.02$ ) y de la interacción año x N° de parto ( $P < .06$ ). Hubo una diferencia en la proporción de los sexos de la progenie entre los años 94-96 y 97-99 (Cuadro 4).

El número de parto tuvo efecto significativo en ambas localidades donde hembras de 5° parto tuvieron mayor porcentaje de crías hembras (Cuadro 4).

La ecuación de predicción para la proporción de crías hembras a través de los años fue:  $y = 0.13592 + 0.171276(\text{año}) - 0.018246(\text{año})^2$  ( $r = 0.9229$ ). Al llegar los animales, recién introducidas a México (1994), las hembras de ciervo rojo mostraron una tendencia a producir un mayor porcentaje de crías machos, posteriormente, la proporción de crías machos fue disminuyendo y aumento la proporción de crías hembras hasta llegar al equilibrio en 1998 (Gráfica 1).

#### *Efecto del "flushing" durante la época de empadre*

El tratamiento de flushing durante el empadre no tuvo efecto sobre la proporción de sexos en la progenie (0.42:0.57 vs 49:0.51, proporción machos:hembras testigo vs tratado, respectivamente ( $P > 0.05$ )). Sin embargo, se observó que al aplicar la complementación en la época de empadre disminuyó en un 24% el número de días entre el inicio del empadre y momento de la concepción ( $15.31 \pm 1.01$  días vs  $11.62 \pm 1.12$  días, testigo vs tratado, respectivamente ( $P < 0.01$ )).

## **DISCUSIÓN**

Los resultados del presente experimento indican que conforme aumentó el número de parto de la madre aumentó el número de crías hembras nacidas y que en los primeros años después de la introducción de las ciervas al país, hubo una tendencia a producir un mayor número de machos. Esto es similar a lo observado en el borrego cimarrón, en el cual existe una correlación parcial de edad de la madre con la proporción de sexos en la progenie, siendo las hembras de mayor

edad las que tienden a producir más crías hembras (Berubé *et al.*, 1996). Además, concuerda con la hipótesis de Wright *et al.* (1995) que menciona que hembras marsupiales producen más machos en la primera camada que en la segunda. En contraste, Thomas *et al.* (1989) observaron que hembras caribú de 2-4 años producen menor cantidad de crías machos que hembras de 5-7 años. Sin embargo, Kojola y Eloranta (1989) señalaron que la edad de la hembra en los renos no afecta la proporción de sexos en la progenie.

En los primeros dos años del estudio retrospectivo, la proporción de crías machos fue mayor que crías hembras, observándose un decremento del 18% en la proporción de los machos hasta llegar al equilibrio de la población en 1997 (Gráfica 1). Esto concuerda con lo mencionado por Fisher (1930) que aunque exista una inclinación en la frecuencia de un sexo en una generación a la larga en la población siempre se tenderá a la igualdad. Esa mayor proporción de machos nacidos en los primeros años podría estar relacionado al hecho de que las pariciones entre los años 1994-1996 correspondieron a hembras de primero y segundo parto y conforme fueron pasando los años el hato llegó a tener hembras de mayor número de partos hasta tener representados al final todos los diferentes números de partos (1 a 5). Otra posible explicación es el proceso de adaptación que sufrieron estos animales al ser incorporados a un nuevo ambiente, lo cual implicó el que tuvieran que hacer adecuaciones en la distribución de sexos en su progenie particularmente en los primeros años después de su introducción a México. Se sabe que un cambio de latitud tiene un efecto alterando el comportamiento reproductivo en animales de reproducción estacional que tienen una gran dependencia del fotoperíodo. Por ejemplo se ha observado en borregas de raza Rambouillet que fueron cambiadas de latitud, un recorrimiento de la época de apareamiento (Hulet, *et al.*, 1974). De la misma manera De Lucas *et al.* (1997) encontraron que en cinco razas de borregas que fueron trasladadas de latitudes

altas a bajas su estación de apareamiento se recorrió, pero la amplitud fue similar a su latitud de origen. Por otro lado, el primer nacimiento de ciervos en México fue de concepciones ocurridas en Nueva Zelanda por lo que también hay que considerar que estos animales fueron sometidos a otro tipo de manejo productivo y alimentación, al que se les proporcionó en México. Esta serie de cambios pudo haber influido para que a través del tiempo se disminuyera la cantidad de machos nacidos hasta llegar a equilibrar esta con la cantidad de hembras.

Los pesos al nacimiento, fueron mayores en las hembras de segundo parto en adelante (3.5 a 6.5 años), lo que concuerda con las observaciones realizadas en una población de ciervo rojo por Arman *et al.* (1978). Los pesos registrados en este estudio fueron más altos que los observados en poblaciones silvestres (Guinness *et al.*, 1971; 1978), debido probablemente a que los ciervos pastorearon en praderas bien establecidas; sin embargo, los pesos se encuentran dentro de los rangos normales para granjas con animales en cautiverio de Nueva Zelanda.

Los resultados del "flushing" sobre la proporción de los sexos en la progenie, encontrados en la presente investigación, difieren de lo observado por Hoefs y Nowlan (1994), quienes mostraron utilizando wapiti y otros ungulados que la complementación con 1.5 kg/100 kg de P.V. de concentrado con 16% de proteína antes del empadre, modifica la proporción de sexos en la nacencia, donde madres con un mejor plano nutricional produjeron mayor número de crías hembras. Sin embargo, Hudson *et al.* (1991) y Robinette *et al.*, (1973) no encontraron diferencias en la proporción de sexos cuando aplicaron un complemento alimenticio. Probablemente esto se deba al tiempo de inicio del "flushing" con respecto al inicio del empadre. Ya que en nuestro caso el inicio del "flushing" coincidió con el inicio del empadre y no fue antes de este como en el trabajo de Hoefs y Nowlan (1994). La variable de respuesta tiempo entre inicio del empadre y



concepción, fue estimada para tener una percepción indirecta de la sobrevivencia temprana del embrión. De acuerdo a lo que menciona Flint *et al.* (1997), dicho evento parece ser determinante para la distribución de sexos en la progenie. Dicha variable en el tratamiento de "flushing" fue 24% menor que en el tratamiento testigo, lo que por una parte podría indicar una mejor sobrevivencia embrionaria temprana por efecto del "flushing" aunque, por otra parte podría ser un reflejo del efecto de inducción del mismo sobre la ovulación, como ocurre en animales estacionales que se encuentran en transición entre época de anestro y de actividad reproductiva (Meyer y Bradford, 1973; Downing *et al.*, 1995; Khireddine *et al.*, 1998).

Es claro que el fenómeno de asimetría en la proporción de sexos en la progenie, se presentó en los ciervos rojos bajo condiciones en cautiverio en que se desarrollo la presente investigación y que este fenómeno parece estar relacionado fundamentalmente con el número de parto y/o edad de las hembras. Esto ha sido un contraste con lo que ocurre en condiciones de vida silvestre en donde la condición corporal de la madre y la dominancia social parecen ser los factores determinantes para establecer la proporción de sexos de la progenie (Clutton-Brock *et al.*, 1986). Estas aparentes diferencias entre condiciones en cautiverio y silvestres resaltan la necesidad de seguir investigando alrededor de la expresión del fenómeno de la asimetría entre sexos de la progenie en el ciervo rojo y los factores que lo determinan. Lo anterior por las implicaciones económicas y biológicas que tiene este fenómeno en ungulados en cautiverio.

## **AGRADECIMIENTOS**

Se agradecen las sugerencias y comentarios vertidos por los Dres. Silvia Elena Buntinx Dios y Francisco Galindo Maldonado de la FMVZ-UNAM y la ayuda técnica de Laura Olvera Pallares.

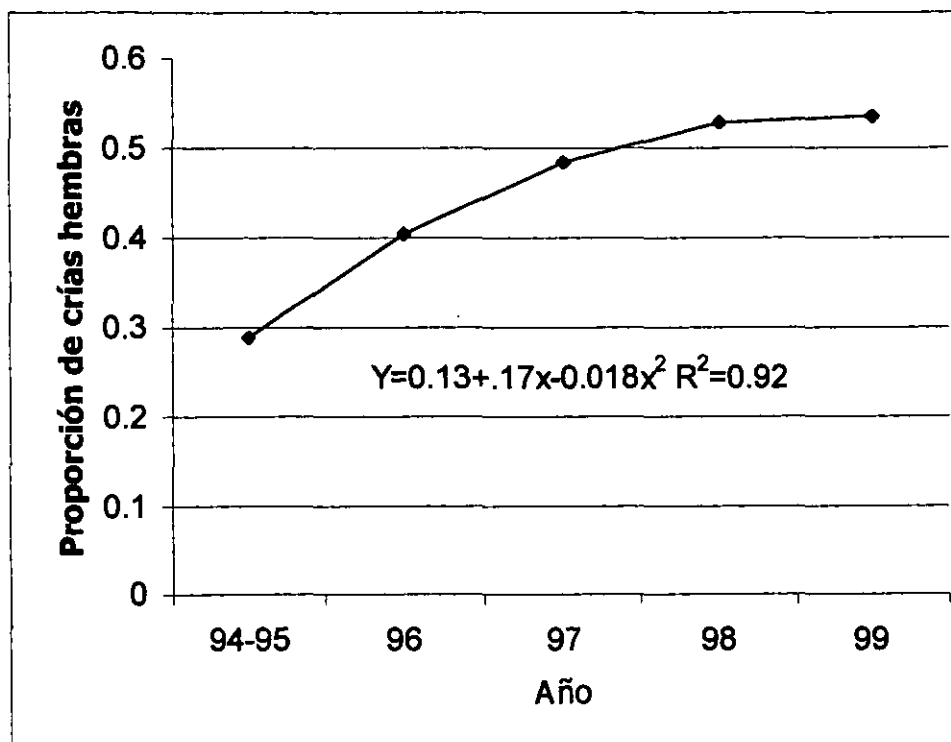
## REFERENCIAS

- Arman, P., Hamilton, J.W. and Sharman, G.A.M., 1978. Observations on the calving of free-ranging tame red deer (*Cervus elaphus*). J. Reprod. Fert., 54: 279-283.
- Bainbridge, D.R.J., Mervyn, H.D., Scaramuzzi, R.J. and Jabbour, H.N., 1996. Exogenous interferon delays luteal regression in red deer hinds (*Cervus elaphus*) by suppressing steroid-induced endometrial oxytocin sensitivity. Biol. Reprod., 55:883-888.
- Bérubé, C.H., Festa-Bianchet, M. and Jorgenson, J.T., 1996. Reproductive costs of sons and daughters in Rocky Mountain bighorn sheep. Behav. Ecol., 7(1): 60-68.
- Clutton-Brock, T.H., Albon, S.D. and Guinness, F.E., 1981. Parental investment in male and female offspring in polygynous and mammals. Nature, 289: 487-489.
- Clutton-Brock, T.H., Albon, S.D. and Guinness, F.E., 1985. Parental investment and sex differences in juvenile mortality in birds and mammals. Nature. 313: 131-133.
- Clutton-Brock, T.H., Albon, S.D. and Guinness, F.E., 1986. Great expectations: dominance, breeding success and offspring sex ratios in red deer. Anim Behaviour, 34: 460-471.
- Cockburn, A., 1999. Deer destiny determined by density. Nature, 399:407-408.
- De Lucas, J., Padilla, E. y Martínez, L., 1997. Estacionalidad reproductiva en ovejas de cinco razas en el Altiplano Central de México. Téc. Pec. Méx. 35(1): 25-31.
- Downing, J.A. and Scaramuzzi, R.J., 1995. Nutrient effects on ovulation rate, ovarian function and the secretion of gonadotrophic and metabolic hormones in sheep. J. Reprod Fert., 43 (Suppl): 209-227.
- Fisher, R.A., 1930. The Genetic Theory of Natural Selection. Clarendon, Oxford.
- Flint, A.P.F., Albon, S.D. and Jafar, S.I., 1997. Blastocyst development and conceptus sex selection in red deer *Cervus elaphus*: Studies of a free-living population on the isle of Rhum. Gen. Comp. Endoc. 106: 374-383.
- Hulet, C.V., Shelton, M., Gallagher, J.R., Price D.A., 1974. Effects of origin on reproductive phenomena in Rambouillet ewes. I. Breeding season and ovulation. J. Anim. Sc. 38 (6): 1210-1217.
- Glatston, A.R., 1997. Sex ratio research in zoos and its implications for captive management. Appl. Anim. Behav. Sci.. 51(3,4): 209-216.
- Gobierno del Estado de México, 2000. Plan de Desarrollo del Municipio de Tepetzotlán 1997-2000.
- Goodwin, N., Hayssen, V., Deakin, D.W., and Flint, A.P.F., 1999. Influence of social status ovarian function in farmed red deer. Physiol. Behav., 65(4,5): 691-696.

- Guinness, F.E., Albon, S.D., and Clutton-Brock, T.H., 1978. Factors affecting reproduction in red deer hinds on Rhum. *J. Reprod. Fert.* 54: 325-334.
- Guinness, G.A., Lincoln, G.A. and Short, R.V., 1971. The reproductive cycle of the female red deer, *Cervus elaphus l.* *J. Reprod. Fert.*, 27:427-438.
- Hardy, I.C.W., 1997. Possible factors influencing vertebrate sex ratios: an introductory overview. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 51(3,4): 217-241.
- Hoefs, M. and Nowlan, U., 1994. Distorted sex ratios in young ungulates: the role of nutrition. *J. Mammal.*, 45: 631-636.
- Hudson, R.J., Kozak, H.M., Adamczewski, T.Z. and Olsen, C.D., 1991. Reproductive performance of farmed wapiti (*Cervus elaphus nelsoni*). *Small Rum. Res.*, 4: 19-28.
- INEGI, 2000. Cartas Topográficas de climas de temperaturas y precipitación. Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática en México.
- Khireddine, B., Grimard B., Ponter A.A., Ponsart C., Boudjenah, H., Mialot, J.P., Sauvart, D. and Humblot, P., 1998. Influence of flushing on LH secretion, follicular growth and the response to estrus synchronization treatment in suckled beef cows. *Theriogenology*. 49: 1409-1423.
- Kojola, I. and Eloranta, E., 1989. Influences of maternal body weight, age and parity on sex ratio in semidomesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*). *Evolution*, 43: 1331-1336.
- Kojola, I., 1997. Social status and physical condition of mother and sex ratio of offspring in cervids. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 51(3,4): 267-274.
- Kruuk, L.E.B., Clutton-Brock, T.H., Albon, S.D., Pemberton, J.M. and Guinness, F.E., 1999. Population density affects sex ratio variation in red deer. *Nature*, 399: 459-461.
- Meyer, H. H. and Bradford, 1973. Reproduction in Targhee and Finish Landrace x Targhee ewes. *J. Anim. Sci.*, 36: 847.
- Post, E., Langvatn, R., Forchhammer, M.C. and Stenseth, N. C., 1999. Environmental variation shapes sexual dimorphism in red deer. *Proc Natl Acad Sci. USA*, 96: 4467-4471
- Robinette, W.L., Baer, C.H., Pillmore R.R., and Knittle, C.E., 1973. Effects of nutritional change in captive mule deer. *J. Wild Manage.*, 37: 312-326.
- Rondeau, M. Guay, P., Goof, A.K. and Cooke, G.M. 1996. Growth and metabolism of murine and bovine embryos in bovine uterine flushing-supplemented culture media. *Abstract. Can. J. Vet. Res.*, 60(1): 14-20.
- Rorie, R.W., 1999. Effect of timing of artificial insemination on sex ratio. *Theriogenology*, 52:1273-1280
- Thomas, D.C., Barry, S. J. and Kiliaan, H.P., 1989. Fetal sex ratio in caribou: maternal age and conditions effects. *J. Wild Manage.*, 53:885-890.

- Trivers, R.L. and Willard, D.E., 1973. Natural selection of parental ability to vary the sex ratio of offspring. *Science*, 179: 90-92.
- West, S.K., Meyer, H.H. and Nawaz, M. 1991. Effects of differential ewe condition at mating and early postmating nutrition on embryo survival. *J. Anim. Sci.*, 69: 3931-3938.
- Wright, D.D., Ryser, J.J. and Kiltie, R.A., 1995. First-cohort advantage hypothesis: a new twist on facultative sex ratio adjustment. *Am. Nat.*, 145: 133-145.

GRÁFICA Y CUADROS:



Gráfica 1. Regresión de la proporción de las crías hembras en ambas localidades (CENIDyFMA y C.E.I.E.P.B.C.) de 1994-1999.

Cuadro 1. Análisis de varianza de los efectos ambientales sobre el peso al nacimiento en ciervo rojo

Origen de variación	gl	Cuadrados Medios	Prob.
LOCALIDAD	1	0.00007	NS
AÑO	5	21.67	<0.01
Nº PARTO	4	5.38	<0.09
SEXO	1	10.97	<0.05
AÑO X Nº PARTO	6	2.59	NS
AÑO X SEXO	4	1.17	NS
Nº PARTO X SEXO	4	1.90	NS
AÑO X Nº PARTO X SEXO	4	0.98	NS
ERROR	334	2.57	
TOTAL	363		

Cuadro 2. Medias mínimo cuadráticas de los efectos ambientales sobre el peso al nacimiento en ciervo rojo en cautiverio

No. PARTO	PESO AL NACIMIENTO (Kg)
1	7.19 <sup>a</sup> ± 0.29
2	8.51 <sup>b</sup> ± 0.31
3	7.99 <sup>b</sup> ± 0.30
4	8.63 <sup>b</sup> ± 0.29
5	8.62 <sup>b</sup> ± 0.37
SEXO	
Hembra	7.89 <sup>a</sup> ± 0.22
Macho	8.48 <sup>b</sup> ± 0.21
AÑO	
94-95	5.30 <sup>a</sup> ± 0.56
96	6.97 <sup>a</sup> ± 0.95
97	8.65 <sup>ab</sup> ± 0.32
98	9.70 <sup>b</sup> ± 0.25
99	9.23 <sup>b</sup> ± 0.20
00	9.27 <sup>b</sup> ± 0.20

a, b, literales diferentes son estadísticamente significativos

Cuadro 3. Análisis de varianza de los efectos ambientales sobre la proporción de sexos en de la progenie.

Origen de variación	gl	Cuadrados Medios	Prob.
LOCALIDAD	1	.798	<0.07
AÑO	5	.636	<0.04
Nº PARTO	4	.718	<0.02
AÑO X Nº PARTO	6	.505	<0.06
AÑO X Nº PARTO X LOCALIDAD	6	.126	NS
ERROR	421	.242	
TOTAL	443		

Cuadro 4. Efectos ambientales de localidad, año y número de parto sobre la proporción de sexos en la progenie de ciervo rojo en cautiverio.

LOCALIDAD	PROPORCIÓN DE SEXO MACHO/HEMBRAS	ERROR ESTANDAR DE LA MEDIA
C.E.I.E.P.B.C.	0.56/0.44 <sup>a</sup>	0.051
CENIDFyMA	0.49/0.51 <sup>b</sup>	0.054
No. PARTO		
1	0.62/0.38 a	0.085
2	0.49/0.51 a	0.072
3	0.61/0.39 a	0.066
4	0.54/0.46 a	0.067
5	0.40/0.60 b	0.095
AÑO		
94-95	0.67/0.33 a	0.260
96	0.62/0.37 a	0.093
97	0.40/0.60 b	0.072
98	0.41/0.59 b	0.054
99	0.55/0.44 b	0.058

a, b. Literales diferentes son estadísticamente significativos

## **V. TRABAJO EXPERIMENTAL EN C.E.I.E.P.B.C.: COMPLEMENTACIÓN DURANTE LA ÉPOCA DE EMPADRE.**

Se llevó a cabo durante la época de empadre del año 1999 una complementación de maíz en la granja del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Bovina y Caprina "Rancho Cuatro Milpas" (C.E.I.E.P.B.C.), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, localizada al norte de la Ciudad de México, entre el límite de los Municipios de Cuautitlán Izcalli y Tepetzotlán, en el Estado de México, con una altitud de 2450 msnm, dentro de las coordenadas 19° 43' latitud norte y 94° 14' longitud oeste. El clima de la región es C(WO)(W)b(i'), templado sub-húmedo con lluvias en verano, con una temperatura media anual de 14°C y una precipitación pluvial promedio de 611 mm.

Se utilizaron 75 hembras de 2 a 5 años de edad y 3 sementales de 5 a 7 años de edad; antes de entrar al empadre se bacterinizaron contra *Clostridium spp.* Con estos animales se formaron 3 lotes al azar de 28, 23 y 24 hembras; a cada lote se le asignó un semental. El primer lote fue el grupo testigo (tratamiento A), al cual, se le alimentó *ad libitum* con 40% de concentrado con 14% de PC y 60% de praderas compuestas por alfalfa (*Medicago sativa*), ryegrass (*Lolium perenne*), orchard (*Dactylis glomerata*) y trébol blanco (*Trifolium repens*); los otros dos lotes, recibieron 500 g de maíz molido (tratamiento B), del 26 de Octubre de 1999 al 5 de Enero del 2000 (durante el empadre -51 d- y después del empadre - 8 d-). La variable de respuesta a medir fue la proporción de sexos de la progenie la cual fue analizada por la prueba de ji-cuadrada.

Durante la gestación, los animales se mantuvieron en periodos de pastoreo en praderas compuestas y se les dio una complementación del 20% (respecto a su consumo de materia seca), con un alimento comercial (14% de proteína cruda) y alfalfa henificada en los meses de enero y febrero. La complementación disminuyó al 5% y 2% respectivamente, los meses de marzo y abril. Los últimos meses de



gestación las hembras se mantuvieron solo con la pradera. Ante la inminencia de los partos las hembras se mantuvieron en su pradera correspondiente. Los partos iniciaron a mediados de junio y terminaron a principios de agosto. Al nacimiento, los cervatillos fueron identificados y sexados.

La complementación de maíz durante el empadre no tuvo ningún efecto sobre la proporción de sexos de la progenie.

## **VI. CONCLUSIONES**

El fenómeno de asimetría en la proporción de sexos en la progenie se presentó en ciervo rojo bajo condiciones en cautiverio en el altiplano de México.

Existe efecto de año y de número de parto en la proporción de sexos en la progenie, observándose que conforme pasaron los años las hembras tuvieron mayor porcentaje de crías hembras, hasta llegar a un equilibrio de la población; y que hembras con mayor número de partos y/o edad de las mismas tuvieron mayor número de crías hembras nacidas.

Los pesos al nacimiento fueron mayores desde el año 1997 y las hembras de segundo parto en adelante tuvieron crías con mayor peso. Los machos pesaron más que las hembras, debido al alto grado de dimorfismo sexual.

El tratamiento de "flushing" durante el empadre no tuvo efecto sobre la proporción de los sexos en la progenie; sin embargo, se observó un efecto sobre la variable tiempo entre inicio de empadre y concepción. Lo cual, podría indicar una mejor sobrevivencia embrionaria temprana, aunque por otra parte podría ser un reflejo del efecto de inducción sobre la ovulación.

En vida silvestre se ha observado que la asimetría en la proporción de sexos de la progenie esta fuertemente relacionado con la condición corporal y dominancia social de la hembra, sin embargo en cautiverio parece estar más relacionado con la edad de la madre. Por lo que estas aparentes diferencias hace necesario seguir investigando sobre este fenómeno y los factores que lo determinan en ciervos en cautiverio.

## VII. REFERENCIAS GENERALES

1. Albon, S.D., Clutton-Brock, T.H. and Guinness, F.E. 1987. Early development and population dynamics in red deer II. Density-independent effects and cohort variation. *J. Anim. Ecol.*, 56: 69-81.
2. Antolin, M.F., 1993. Genetics of biased sex ratios in subdivided populations: models, assumptions and evidence. En: *Oxford Surveys in Evolutionary Biology*. Oxford University Press., 9: 239-280.
3. Asher, G.W., Fisher, M.W. and Fennessy, P.F., 1996. Environmental constraints on reproductive performance of farmed deer. *Anim. Reprod. Sci.* 42: 35-44.
4. Bainbridge, D.R.J., Mervyn, H.D., Scaramuzzi, R.J. and Jabbour, H.N., 1996. Exogenous interferon delays luteal regression in red deer hinds (*Cervus elaphus*) by suppressing steroid-induced endometrial oxytocin sensitivity. *Biol. Reprod.*, 55: 883-888.
5. Bazer, F.W., Vallet, J.L., Roberts, R.M., Sharp, D.C., Thatcher, W.W., 1986. Role of conceptus secretory products in establishment of pregnancy. *J. Reprod. Fert.* 76: 841.
6. Bergeron, J.M., Willingham, E., Osborn, C.T. 3<sup>rd</sup>, Rhen, T. And Crews, D. 1999. Developmental synergism of steroidal estrogens in sex determination. *Environ. Health. Perspect.*, 107(2): 93-97.
7. Berman, C.M. and Rawlins, R.G., 1985. Maternal dominance sex ratio and fecundity in one social group on Cayo Santiago. *Am. J. Primatol.*, 8: 332.
8. Bérubé, C.H., Festa-Bianchet, M. and Jorgenson, J.T., 1996. Reproductive costs of sons and daughters in Rocky Mountain bighorn sheep. *Behav. Ecol.*, 7(1): 60-68.
9. Byers, J.A., and Moodie, J.D., 1990. Sex-specific maternal investment in pronghorn, and the question of a limit on differential provisioning in ungulates. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 26: 157-164.
10. Casinello, J., 1996. High-ranking bias their investment in favour of male calves in captive *Amotragus lervia*. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 38: 417-424.
11. Ciofi, C. and Swingland, I.R., 1997. Environmental sex determination in reptiles. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 51: 251-265.
12. Clark, A.B., 1978. Sex ratio and local resource competition in a prosimian primate. *Science.*, 201: 163-165.

13. Clutton-Brock, T.H. and Harvey, P.H., 1978. Mammals, resources and reproductive strategies. *Nature*, 273: 191-195.
14. Clutton-Brock, T.H., Albon, S.D. and Guinness, F.E., 1981. Parental investment in male and female offspring in polygynous mammals. *Nature*, 289: 487-489.
15. Clutton-Brock, T.H., Albon, S.D. and Guinness, F.E., 1985. Parental investment and sex differences in juvenile mortality in birds and mammals. *Nature*, 313: 131-133.
16. Clutton-Brock T.H., Albon, S.D., and Guinness, F.E., 1986. Great expectations: dominance, breeding success and offspring sex ratios in red deer. *Anim. Behav.*, 34: 460-471.
17. Cockburn, A., 1999. Deer destiny determined by density. *Nature*, 399: 407-408.
18. Crews, D., Bergeron, J.M., Bull, J.J., Flores, D., Tousignant A., Skipper J.K. and Wibbels T., 1994. Temperature-dependent sex determination in reptiles: proximate mechanisms, ultimate outcomes and practical applications. *Abstract. Dev. Genet.*, 15(3): 297-312.
19. Darwin, C., 1871. *The Descent of Man in Relation to Sex*. Murray, London.
20. Demmers. K.J., Kaluz, S. Deakin, D.W. Jabbour, H.N. and Flint, A.P.F., 1999. Production of interferon by conceptus in red deer *Cervus elaphus*. *J. Reprod. Fert.*. 115: 59-65.
21. Downing, J.A. and Scaramuzzi, R.J., 1995. Nutrient effects on ovulation rate, ovarian function and the secretion of gonadotrophic and metabolic hormones in sheep. *J. Reprod. Fert.*, 43 (Suppl): 209-227.
22. Ferguson, W.J. and Joanen T., 1983. Temperature-dependent sex determination in *Alligator mississippiensis*. *J. Zool.*, 200: 143-200.
23. Fisher, R.A., 1930 .*The Genetic Theory of Natural Selection*. Clarendon, Oxford.
24. Flint, A.P.F., Albon, S.D. and Jafar , S.I., 1997a. Blastocyst development and conceptus sex selection in red deer *Cervus elaphus*: Studies of a free-living population on the isle of Rum. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 106: 374-383.
25. Flint, A.P.F., Albon, S.D., Loudon, A.S.I. and Jabbour, H.N., 1997b. Behavioral dominance and corpus luteum function in red deer *Cervus elaphus*. *Horm. Behav.*, 31: 296-304.

26. Fuquay, J.W., 1981. Heat stress as it affects animal production. *J. Anim. Sci.*, 52(1): 164-174.
27. Geisert, R.D., Zavy, M.T. and Biggers, G.C. , 1988. Effect of heat stress of conceptus and uterine secretion in the bovine. *Theriogenol.*, 29: 1075.
28. Glatston, A.R., 1997. Sex ratio research in zoos and its implication for captive management. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 51: 209-216.
29. Goodwin, N., Hayssen V. and Flint A.P.F., 1996. Effect of ovarian luteinization rate on offspring gender in dominant and subordinate red deer. Abstract 57
30. Hamilton W.D., 1967. Extraordinary sex ratios. *Science*. 156: 477-488.
31. Hardy, I.C.W., 1997. Possible factors influencing vertebrate sex ratios: an introductory overview. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 51 :217-241.
32. Hayden, J. M., Williams, J. E. and Collier, R. J., 1993. Plasma growth hormone, insulin-like growth factor, insulin, and thyroid hormone association with body protein and fat accretion in steers undergoing compensatory gain after dietary energy restriction. *J. Anim Sci.*, 71, 3327.
33. Henricks, D. M., Jenkins, T. C., Ward, J. R., Krishnan, C. S. and Grimes, L., 1994. Endocrine responses and body composition changes during feed restriction and feed in young bulls. *J. Anim. Sci.*, 72, 2289-2297.
34. Hiraiwa-Hasegawa, M., 1993. Skewed birth sex ratios in primates: should be high-ranking mothers have daughters or sons? *Trend Ecol. Evol.*, 8: 395-400.
35. Hoefs M. and Nowlan U. (1994); Distorted sex ratios in young ungulates: the role of nutrition. *J. Mammal.*, 45: 631-636.
36. Hudson, R.J., Kozak, H.M., Adamczewski, T.Z. and Olsen, C.D., 1991. Reproductive performance of farmed wapiti (*Cervus elaphus nelsoni*). *Small Rum. Res.*, 4: 19-28.
37. Kent, J. P., 1995. Birth sex ratios in sheep over lambing season: years 7-9 and effects of ageing. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 36: 101-104.
38. Khireddine, B., Grimard B., Ponter A.A., Ponsart C., Boudjenah, H., Mialot, J.P., Sauvart, D. and Humblot, P., 1998. Influence of flushing on LH secretion, follicular growth and the response to estrus synchronization treatment in suckled beef cows. *Theriogenology*. 49: 1409-1423.

39. Kojola, I. 1989. Mother's dominance status and differential investment in reindeer calves. *Anim. Behav.*, 38: 177-185.
40. Kojola, I. and Eloranta, E., 1989. Influences of maternal body weight, age and parity on sex ratio in semi domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*). *Evolution*, 43: 1331-1336.
41. Krackow S., 1995. The developmental asynchrony hypothesis of sex manipulation. *J. Theor. Bio.*, 176: 273-280.
42. Krackow, S., 1997. Further evaluation of developmental asynchrony hypothesis of sex variation. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 51: 243-250.
43. Kruuk, L.E.B., Clutton-Brock, T.H., Albon, S.D., Pemberton, J.M. and Guinness F.E., 1999. Population density affects sex ratio variation in red deer. *Nature*, 399: 459-461.
44. Kucera, T.E., 1991. Adaptive variation in sex ratios of offspring in nutritionally stressed mule deer. *J. Mammal.*, 72: 745-749.
45. McGinley, M.A. 1984. The adaptive value of male-biased sex ratios among stressed animals. *Am. Nat.* 124: 597-599.
46. Mech, L.D., 1975. Disproportionate sex ratios in wolf pups. *J. Wild Manage.*, 39: 737-740.
47. Meikle, D.B., Tilford, B.L. and Vessey, S.H., 1984. Dominance rank, secondary sex ratio and reproduction of offspring in polygynous primates. *Am. Nat.*, 124: 173-188.
48. Meikle, D. B., Drickramer, L. C., Bessey, S.H. Arthur, R.D. and Rosenthal, T.L., 1996. Dominance rank and parental investment in swine (*Sus scrofa domestica*). *Ethol.*, 102: 969-978.
49. Meyer, H. H. and Bradford, 1973. Reproduction in Targhee and Finish Landrace x Targhee ewes. *J. Anim. Sci.*, 36: 847.
50. Monty, D.E.. Jr. And Racowsky, C., 1987. *In vitro* valuation of early embryon viability and development in summer heat-stressed superovulated dairy cows. *Theriogenol.*, 28: 451.
51. Myers, J.H., 1978. Sex ratio adjustment under food stress: maximization of quality or numbers of offspring. *Am Nat.*, 112: 381-388.

52. Nevinson, C.M., Rayment, F.D.G. and Simpson, M.J.A., 1996. Birth ratios and maternal social rank in a captive colony of rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *J. Primatol.*, 39: 287-293.
53. Nevinson, C., 1997. Social rank and birth sex ratios in rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 51: 285-291.
54. Nunn, C.L. and Pereira, M.E., 2000. Group histories and offspring in ringtailed lemurs (*Lemur catta*). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 48: 18-28.
55. Pérez-Barbería, F.J. and Gordon I.J., 1998. The influence of sexual dimorphism in body size and mouth morphology on diet selection and sexual segregation in cervids. *Acta Veterinaria Hungarica*, 46(3): 357-367.
56. Plotka, E.D., Seal, U.S., Verme, L.J and Ozoga, J.J. 1983. The adrenal gland in white-tailed deer. A significant source of progesterone. *J. Wild. Manage.*, 47: 38-44.
57. Post E., Langvatn, R., Forchhammer, M.C. and Stenseth N.C., 1999. Enviromental variation shapes sexual dimorphism in red deer. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 96: 4467-4471.
58. Richards, M.W., Wettema, R.P. and Shoeneman, H.M., 1989. Nutritional anestrus in beef cows: concentrations of glucose and nonsterified fatty acids in plasma and insulin in serum. *J Anim Sci.*, 67: 2354-2362.
59. Rivers, J.P.W. and Crawford, M.A., 1974. Maternal nutrition and the sex ratio at birth. *Nature*, 252: 297-298.
60. Roberts, M., 1991. Embryonic loss and conceptus interferon production. In: *Uterine and Embryonic Factors in Early Pregnancy*. Ed. Strauss J.F. and Lyttle, C.R. Plenum Press, 21-32.
61. Robinette, W.L., Baer, C.H., Pillmore R.R., and Knittle, C.E., 1973. Effects of nutritional change in captive mule deer. *J. Wild Manage.*, 37: 312-326.
62. Rondeau, M. Guay, P., Goof, A.K. and Cooke, G.M., 1996. Growth and metabolism of murine and bovine embryos in bovine uterine flushing-supplemented culture media. *Abstract. Can. J. Vet. Res.*, 60(1): 14-20.
63. Ronn, M., Bar-Anan, R. And Wiggans, G.R., 1984. Factors affecting conception rate of Israeli Holstein cattle. *J. Dairy Sci.*, 67: 854.

64. Rorie, R.W., 1999. Effect of timing of artificial insemination on sex ratio. *Theriogenol.* 52: 1273-1280.
65. Sachdeva, K.K., Sengar, O.P.S., Singh, S.W. and Lindahl, I.L., 1973. Studies of the goats: I. Effects of plane nutrition on the reproductive performance of does. *J. Agri. Sci.*, 80: 375-379.
66. Schillo, K.K., 1992. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *J. Anim. Sci.*, 70: 1271-1282.
67. Silk, J.B., 1983. Local resource competition and facultative adjustment of sex ratios in ratio to competitive abilities. *Am. Nat.*, 121: 56-66.
68. Silk, J.B., 1984. Local resource competition and the evolution of male-biased sex ratios in relation to competitive abilities. *Am Nat.*, 121: 56-66.
69. Silk, J.B. 1988, Maternal Investment in captive bonnet macaques (*Macaca radiata*). *Am. Nat.*, 132: 1-19.
70. Simpson, M.J.A. and Simpson, A.E., 1982. Birth sex ratios and social rank in rhesus monkey mothers. *Nature*, 300: 440-441.
71. Solberg, E.J. and Saether, B.E., 1994. Male traits as life-history variables, annual variation in body mass and antler size in moose (*Alces alces*). *J. Mammal.*, 75(4): 1069-1079.
72. Thomas, D.C., Barry, S. J. and Kiliaan, H.P., 1989. Fetal sex ratio in caribou: maternal age and conditions effects. *J. Wild Manage.*, 53: 885-890.
73. Tilbrook, A.J., Turner A.I and Clarke I.J., 2000. Effects of stress on reproduction in no-rodent mammals: the role of glucocorticoids and sex differences. *Rev. Reprod.*, 5(2): 105-113.
74. Trivers, R.L., 1972. Parental investment and sexual selection. En: In sexual selection and descent of man. 1871-1971 (ed by B. Campbell). Chicago: Aldine, 136-179.
75. Trivers, R.L. and Willard, D.E., 1973. Natural selection of parental ability to vary the sex ratio of offspring. *Science*, 179: 90-92.
76. Verme, L.J., 1969. Reproductive patterns of white-tailed deer related in nutritional plane. *J. Wildl. Manage.*, 33: 881-887.
77. Verme, L.J., and Ozoga, J.J., 1981. Sex ratio of white-tailed deer and the estrous cycle. *J. Wild. Manage.*, 45: 710-715.