

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMÍA

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**EVALUACIÓN PRODUCTIVA-REPRODUCTIVA Y DETERMINACIÓN DEL
EFECTO MACHO, EN DIFERENTES ÉPOCAS DEL AÑO EN OVEJAS DE PELO**

SAINT CROIX

TESIS QUE PRESENTA

FERNANDO SÁNCHEZ DÁVILA

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS PECUARIAS
CON ESPECIALIDAD EN REPRODUCCIÓN ANIMAL**

MARIN, N.L., MÉXICO

Diciembre 2007

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMÍA

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**EVALUACIÓN PRODUCTIVA-REPRODUCTIVA Y DETERMINACIÓN DEL
EFECTO MACHO, EN DIFERENTES ÉPOCAS DEL AÑO EN OVEJAS DE PELO
SAINT CROIX**

TESIS QUE PRESENTA

FERNANDO SÁNCHEZ DÁVILA

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS PECUARIAS
CON ESPECIALIDAD EN REPRODUCCIÓN ANIMAL**

MARIN, N.L., MÉXICO

Diciembre 2007

EVALUACIÓN PRODUCTIVA-REPRODUCTIVA Y DETERMINACIÓN DEL EFECTO MACHO, EN DIFERENTES ÉPOCAS DEL AÑO EN OVEJAS DE PELO SAINT CROIX

Aprobación de la Tesis por el Comité Particular:

Dr. sc. agr. Hugo Bernal Barragán
Asesor Principal

Ph.D. Javier Colín Negrete
Co-Asesor

Dr. Homero Morales Tréviño
Co-Asesor

Ph.D. Emilio Olivares Sáenz
Co-Asesor

Dr. Juan Francisco Villarreal Arredondo
Co-Asesor

Ph.D. Francisco Zavala García
Subdirector de Estudios de Postgrado e Investigación
Facultad de Agronomía
Universidad Autónoma de Nuevo León

Marín, N.L., México, Diciembre del 2007

A mi Dios,

“Hijo, sobre tu vida consúltate a ti mismo, mira lo que te es dañoso y no te lo des”

“Las puertas de la sabiduría, nunca deben de estar cerradas”

A la memoria querida más no olvidada del

Sr. José Ignacio Sánchez Alonso(f)

*Mi Padre, que en tu figura paternal he buscado hasta hoy en día la ayuda necesaria
para seguir adelante en mi superación personal, dando lo mejor que nos enseñaste:*

humildad y respeto para los demás

Siempre estarás en mi corazón

*A mi amada esposa, **Marybel,***

que con su templanza, dedicación, apoyo y sobre todo su amor, he logrado llegar a esta etapa del conocimiento. Poniendo de antemano su salud para sacar adelante mi proyecto de vida.

Que Dios te bendiga

*A mis hijos: **Erick Fernando, Ángel de Jesús y Roberto Carlos,**
el orgullo de mi vida.*

*Diciéndoles que la oportunidad de la vida, se deja alcanzar solo por el que la
persigue.*

*Que dejando de convivir en las etapas más importantes de sus vidas, han logrado
comprenderme de mi superación académica y profesional,*

Gracias

A María de la Luz Dávila, viuda de Sánchez

Mi Madre, todo pundonor, carácter y orgullo para sacar a sus hijos adelante,

*“La educación de los hijos y la construcción de una ciudad dan vida duradera, más
todavía tener mujer sabía”*

AGRADECIMIENTOS

A los Profesores-Investigadores Dr. Hugo Bernal Barragán y Ph.D. Javier Colín Negrete, por cuya tenacidad y tolerancia para apoyarme, pude lograr una etapa importante de mi vida, Gracias porque nunca se desesperaron por impulsarme a escribir la presente investigación y terminar esta etapa de conocimientos.

A los Profesores-Investigadores: Ph.D. Emilio Olivares Sáenz, Dr. Juan Francisco Villarreal Arredondo y Dr. Homero Morales Treviño, por formar parte del Comité Particular de esta investigación. Sus múltiples sugerencias, apoyos, consejos me han servido para guiarme por la investigación agronómica.

Al Ph.D. Rodolfo Ungerfeld de la Universidad de la República de Uruguay, por realizarme críticas sobre la forma de llevar a cabo investigación de primer nivel.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León por apoyarme para continuar con mis estudios de doctorado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por su apoyo económico para formar investigadores de primer nivel en beneficio de México.

A los compañeros y buenos amigos: Juan Morales (**†**), Valeriano Cano, Raúl Hernández, Alfredo Peña, Leonel Crespo, Silvestre. Que el conocimiento en grupo, fortalezca nuestra institución.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
Dedicatorias	i
Agradecimientos	vi
Índice de Cuadros	x
Índice de Figuras	xii
Resumen autobiográfico	xiii
Resumen	xv
Summary	xviii
I. Introducción	1
II. Revisión de Literatura	5
II.1. Fundamentos biológicos de la reproducción en ovejas	6
II.1.1 Incremento del número de partos por oveja	7
II.1.2 Incremento del número de corderos por parto	9
II.1.3 Efecto de la suplementación sobre la respuesta reproductiva de ovejas de pelo	11
II.2 Reproducción de la oveja de pelo	11
II.2.1 Ciclo estrual de la oveja	11
II.2.2 Acción de las hormonas gonadotrópicas	12
II.2.3 Fisiología y Endocrinología del ciclo estrual	17
II.2.3.1 Fase folicular	17
II.2.3.2 Fase luteal	20
II.3 Estacionalidad reproductiva de la oveja	21
II.4 Manifestación de la estacionalidad en el morueco	23
II.5 Factores que modulan la estación reproductiva de la oveja	24
II.5.1 Efectos fundamentales del fotoperíodo	27
II.5.2 Efecto macho	30
II.5.2.1 Aislamiento previo de la hembra y el macho	32
II.5.2.2 La respuesta endocrina al efecto macho	34
II.5.2.3 Expresión del estímulo	36
II.5.2.4 Admisión del estímulo	38
II.5.2.5 Factores que alteran la respuesta	41

II.5.2.5.1 Intensidad y persistencia del estímulo	41
II.5.2.5.2 Profundidad del anestro	43
II.5.2.6 Efecto del macho sobre la fertilidad y tasa de ovulación	44
II.5.3. Efecto Hembra	45
III. Materiales y Métodos	46
III.1 Localización	46
III.2 Desarrollo de la investigación	48
III.2.1 Factores ambientales que influyen sobre la tasa productiva en ovejas de pelo Saint Croix	48
III.2.1.1 Base de datos y caracterización del rebaño ovino	48
III.2.1.2 Diseño estadístico	50
III.2.2 Efecto del medio ambiente sobre el intervalo Introducción del macho – celo	51
III.2.2.1 Base de datos y procedimiento del trabajo	51
III.2.2.2 Diseño estadístico	52
III.2.3 Evaluación de la introducción del macho en diferentes etapas productivas, años y épocas sobre el intervalo parto-celo, Intervalo parto fase lútea e intervalo fase lútea celo	54
III.2.3.1 Caracterización y manejo de los animales	54
III.2.3.2 Determinación de concentraciones hormonales	56
III.2.3.2.1 Recolección de sueros	56
III.2.3.2.2 Determinación de progesterona	56
III.2.3.3 Diseño estadístico	57
IV. Resultados y Discusión	58
IV.1 Peso al nacer y al destete	58
IV.1.1 Interacción del año con la época de nacimiento	58
IV.1.2 Interacción del año con el tipo de parto	61
IV.1.3 Efecto del número de parto	63
IV.1.4 Efecto del sexo de la cría sobre el peso al nacer	65
IV.2 Tipo de parto	65
IV.2.1 Efecto del año sobre la proporción de partos sencillos, dobles y triples	65

IV.2.2 Efecto del número de parto sobre indicadores reproductivos en ovejas de pelo	67
IV.2.3 Efecto del semental sobre la prolificidad de las hembra	69
IV.2.4 Efecto de la época de parto sobre características reproductivas	71
IV.3 Intervalo introducción del macho – celo (IMC)	72
IV.3.1 Efecto la época de empadre con la precipitación pluvial	72
IV.3.2 Efecto de la época con el efecto individual del semental	76
IV.3.3 Efecto del número de parto	81
IV.3.4 Efecto del tipo de parto	81
IV.4 Efecto introducción del macho en diferentes etapas productivas y épocas del año.	83
IV.4.1 Introducción del macho en diferentes etapas productivas	83
IV.4.2 Introducción del macho al hato en diferentes épocas del año	86
IV.4.3 Efecto del macho en diferentes años	88
V. Conclusiones	90
VI. Bibliografía	93
VII. Apéndice	113

ÍNDICE DE CUADROS	Página
Cuadro 1.- Clasificación estacional de los empadres, de acuerdo al mes de realización, y programación de los respectivos partos y destetes en ovejas de pelo Saint Croix, pertenecientes a la Facultad de Agronomía de la UANL	52
Cuadro 2.- Análisis de varianza para el peso al nacer (PN) y peso al destete (PD) en corderos de pelo de la raza Saint Croix del rebaño perteneciente a la Facultad de Agronomía de la UANL	59
Cuadro 3.- Pesos Promedios al nacer y al destete en las diferentes épocas de nacimiento y tipo de parto en crías de ovejas de pelo Saint Croix del hato ovino perteneciente a la FAUANL	61
Cuadro 4.- Cuadrados medios del efecto del sexo de las crías y número de parto sobre el peso al nacer y al destete en ovejas de pelo Saint Croix, perteneciente a la FAUANL	64
Cuadro 5.- Efecto del año de nacimiento sobre el tipo de parto en ovejas de pelo Saint Croix pertenecientes a la FAUANL	66
Cuadro 6.- Proporción de partos sencillos y múltiples en el hato de ovejas de pelo Saint Croix, del hato ovino perteneciente a la FAUANL, de acuerdo al número de parto de la madre	68
Cuadro 7.- Frecuencia (%) del tipo de parto en el hato de ovejas de pelo Saint Croix, pertenecientes a la FAUANL, en relación con el semental utilizado en el servicio	70

Cuadro 8.- Efecto de la época de parto sobre la frecuencia (%) de partos sencillos y múltiples en ovejas de pelo Saint Croix, perteneciente al hato ovino de la FAUANL	71
Cuadro 9.- Análisis de varianza para el intervalo introducción del macho – celo (IMC) en ovejas de pelo “Saint Croix”, pertenecientes a la Facultad de Agronomía de la UANL	73
Cuadro10.- Cuadrados medios para los factores evaluados sobre el intervalo introducción del macho –celo en ovejas de pelo “Saint Croix”, pertenecientes a la Facultad de Agronomía de la UANL	75
Cuadro 11.- Análisis de varianza para el intervalo parto-celo (IPC), intervalo parto-fase lútea (IPFL), y el Intervalo fase lútea-celo (IFLC) en ovejas de pelo Saint Croix, pertenecientes a la FAUANL	79
Cuadro 12.- Cuadrados medios del efecto de la introducción del macho en diferentes etapas productivas, año y época en ovejas de pelo Saint Croix, pertenecientes a la FAUANL	84
Cuadro 13.- Cuadrados medios del efecto de la introducción del macho en diferentes etapas productivas, año y época en ovejas de pelo Saint Croix, del rebaño ovino perteneciente a la FAUANL	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1.- Factores que afectan el porcentaje de partos múltiples en ovejas (según Behrens, 1986)	10
Figura 2.- Representación esquemática del ciclo estrual de la oveja (según Chemineau, et al., 1991)	14
Figura 3.- Camino de luz natural o artificial del fotoperíodo en ovejas: THR: Tracto Retino-Hipotalámico, NSC: Núcleo Supraquiasmático; NPV: Núcleo Paraventricular; GCS: Ganglio Cervical Superior, GP: Glándula Pineal; NA: Noradrenalina; DA: Dopamina; SHT: Serotonina; GnRH: Hormona Liberadora de la Gonadotropina; LH: Hormona Luteinizante; FSH: Hormona Folículo Estimulante. (Según Malpoux et al., 1996)	30
Figura 4.- Temperatura y precipitación pluvial promedio mensual de los años de 1992 al 2005 en el municipio de Marín, N.L., México	47
Figura 5.- Temperatura y precipitación pluvial promedio a través de los años de estudio en el municipio de Marín, N.L., México	47
Figura 6.- Efecto de la época de empadre con la precipitación pluvial sobre el intervalo introducción del macho –celo (imc), en ovejas de pelo “Saint Croix”, pertenecientes a la Facultad de Agronomía de la UANL	74
Figura 7.- Resultados de análisis de P ₄ para los diferentes grupos de hembras Saint Croix pertenecientes a la Facultad de Agronomía de la UANL.	85

Resumen Autobiográfico

- I.- Nombre: Fernando Sánchez Dávila
- II.- Fecha nacimiento: 28 – agosto-1961
- III.- Lugar nacimiento: Monterrey, N.L., México
- IV.- Nacionalidad: Mexicana
- V.- Religión: Católica
- VI.- Estado civil: Casado con Marybel Tamez, hijos: Erick Fernando, Ángel de Jesús, Roberto Carlos.
- VII.- Sus padres: María de la Luz Dávila Rodríguez y José Ignacio Sánchez Alonso (†)

Estudios básicos

- Primaria: 1967-1973. Genaro Leal Garza. Monterrey, N.L., México.
- Secundaria: 1973-1976. Fray Servando Teresa de Mier y Noriega. Monterrey, N.L., México.
- Bachilleres: 1976-1978. Preparatoria # 22, Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L., México.
- Licenciatura: 1978-1983. Ing. Agrónomo Zootecnista. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Maestría: 1987-1989. Diplom Agr. Ing. Universitaet Hohenheim. Alemania.

Experiencia profesional

- 1.- Auxiliar de investigador en el proyecto de bovinos lecheros en el noreste de México. FAUANL. 1984-1986.
- 2.- Profesor- investigador de la Facultad de Agronomía de la UANL. desde 1984 a la fecha.

- 3.- Jefe del Campo Experimental Zootecnia Marín de la Facultad de Agronomía de la UANL. 1991-1994 y en el 2007.
- 4.- Director técnico del proyecto de mejoramiento porcino en el noreste de México de la Facultad de Agronomía de la UANL. 1991-1994.
- 5.- Asesor Técnico de las granjas porcinas particulares el Carmen, Ciénega de Flores, N.L. 1991-1994.
- 6.- Director Técnico del proyecto ovino de la Facultad de Agronomía de la UANL. 1994-2000 y de marzo del 2003-2007.
- 6.- Jefe del Campo Experimental San José de la Facultad de Agronomía de la UANL. desde marzo del 2003-2007.

Líneas de investigación

Reproducción aplicada, Sistemas de empadre, Sincronización de estros en hembras, Reproducción y comportamiento sexual del macho. Evaluación del merito genético en caprinos y ovinos. Inseminación artificial y transferencia de embriones en cabras y ovejas.

Fernando Sánchez Dávila

Fecha de examen: Diciembre-2007

Candidato al Grado de Doctor en Ciencias

Con especialidad en Reproducción Animal

Título: Evaluación productiva-reproductiva y determinación del efecto macho en diferentes épocas del año en ovejas de pelo Saint Croix

Número de Páginas: 116

Área de estudio: Ciencias Pecuarias. Reproducción Animal

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental de Zootecnia "Marín", de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en Marín, N.L., México. Los objetivos fueron: determinar 1) la relación entre la estación del año y la prolificidad, tipo de parto, peso al nacer y al destete, así como describir la relación entre estas características y el intervalo introducción del macho al celo en ovinos de pelo Saint Croix; y 2) el efecto de introducir los machos al hato de ovejas inmediatamente después del parto, al momento del destete o permanentemente, sobre el intervalo parto primer celo, intervalo parto-fase luteal e intervalo fase luteal-celo.

La variación del peso al nacer (PN) y al destete (PD), se evaluó a partir de los registros de 1887 nacimientos, respecto a los efectos del año y época de nacimiento, número de parto, tipo de parto y sexo de la cría. Se registró una interacción del año con la época de nacimiento sobre el PN y el PD ($P < 0.05$). Además fue significativa

($P < 0.05$) la interacción entre año de nacimiento y el tipo de parto, para el peso al nacimiento de los corderos. El peso de la cría al nacer fue mayor ($P < 0.05$) para los machos que para las hembras. En promedio hubo 38.5 % de partos sencillos, 55.9 % de partos dobles y 5.6 % de partos triples. La proporción de partos dobles fue mayor ($P < 0.05$) al 60 % en el año 2002, y menor del 50 % en los años 2003 y 2005 (49.7 y 43.5 %, respectivamente). Las hembras de primer parto registraron 44.9 %, mientras que las de quinto parto presentaron 71.1 % de partos dobles. Se obtuvo un efecto significativo del semental sobre la prolificidad, ya que 5 de los machos utilizados estuvieron relacionados con la presentación de 60 % o más de partos dobles, mientras que otros tres sementales ocasionaron solamente entre 30 y 45 % de nacimientos con dos crías. La mayor frecuencia de partos dobles (63.7 %) se presentó a finales del invierno.

El análisis de 874 servicios, realizados durante 9 años, permitió evaluar el efecto de la época, así como el número y tipo de parto de la oveja, y el efecto individual del macho ($n=14$) y sus interacciones, sobre el intervalo introducción del macho-celo (IMC). Valores más bajos ($P < 0.05$) de IMC que los de primavera (20.2 ± 0.1 días), fueron registrados en invierno (9.0 ± 0.2 días), otoño (12.6 ± 0.1) y en verano (12.7 ± 0.2). El IMC fue mayor ($P < 0.05$) para las hembras de primero (13.5 ± 0.1) y de segundo partos (14.0 ± 0.1 días), y menor ($P < 0.05$) para las ovejas de tercero (12.8 ± 0.1) y cuarto partos (12.1 ± 0.2 días). El IMC fue similar ($P > 0.05$) para las ovejas de partos sencillos (9.9 ± 0.3) y dobles (9.3 ± 0.1 días). Dependiendo del semental utilizado, el IMC varió ($P < 0.05$) desde 5.2 ± 0.5 hasta 22.8 ± 6.4 días. La variación de los datos reproductivos evaluados indica la conveniencia de considerar los factores estudiados en la presente investigación, con el fin de buscar un mejoramiento de la eficiencia reproductiva de los hatos de ovinos.

Para evaluar el efecto de la introducción del macho en diferentes etapas productivas y épocas del año, sobre el intervalo parto primer celo (IPC), intervalo parto-fase luteal (IPFL) e intervalo fase luteal–celo (IFLC), se utilizaron 75 ovejas multíparas divididas en tres grupos de 25 ovejas cada uno, de acuerdo al período de exposición al morueco. Las ovejas de los Grupos P (GP) y D (GD) fueron expuestas al morueco inmediatamente después del parto y al momento del destete, respectivamente; las del Grupo C (GC) fueron expuestas al morueco permanentemente. El momento de introducción del macho al hato tuvo efecto altamente significativo ($P < 0.01$) sobre el IPC e IFLC, y significativo ($P < 0.05$) sobre el IPFL. En el GC, el IPC (49.1 ± 0.1 días) fue menor ($P < 0.01$) al de los grupos P (65.6 ± 0.1 días) y D (74.3 ± 0.1 días). En el IPFL, se obtuvieron valores de 39.8 ± 0.2 días para las hembras del GC, 44.7 ± 0.1 para GP y de 48.6 ± 0.2 días para el GD. El IFLC fue de 8.7 ± 1.9 días para el GC, 20.9 ± 1.8 para GP y 25.0 ± 1.9 días para GD. La introducción del macho al hato en primavera, propició los valores más bajos para el IPC (45.3 ± 6.7 días), así como para IPFL (34.1 ± 5.8) y para IFLC (10.4 ± 4.5 días) comparados con los registrados en las otras estaciones del año. La información obtenida en el presente estudio puede ser utilizada para la implementación del efecto del macho en los sistemas modernos de reproducción intensiva de ovinos.

Firma del Asesor Principal

Dr. Hugo Bernal Barragán

SUMMARY

This research was conducted at the Marin Experimental Station, of the Faculty of Agronomy UANL, in Marin, Nuevo León, Mexico. The objectives were to assess 1) the relationship between season of the year and prolificacy, type of birth, birth and weaning weight, as well as to describe the relationship between these characteristics and the interval between the introduction of the rams and estrus' onset in Saint Croix sheep; and 2) the effect of introducing the ram bucks into the ewes' flock immediately after birth, or at the time of weaning or continuously, on the intervals between lambing and first oestrus, lambing and first luteal phase and luteal phase to oestrus.

The variation of birth (BW) and weaning weights (WW) was evaluated by utilizing records of 1887 births, related to the effects of year and season of birth, birth number, birth type and gender of the lambs. For BW and WW, there was an interaction ($P < 0.05$) of year x season. Weight at birth was additionally affected by a significant ($P < 0.05$) interaction of year x birth type. Birth weight was higher ($P < 0.05$) for males than for females. In average there were 38.5 % of simple births, 55.9 % of twins and 5.6 % of triple births. Frequency of twins was higher than 60 % by the year 2002, and lower than 50 % by the years 2003 and 2005 (49.7 and 43.5 %, respectively). First lamb ewes had 44.9 % of twins while fifth parity ewes registered 71.1 % of twins.

The ram buck had a significant effect on the type of birth, since 5 of the rams were related to the yield of at least 60 % of twins, while three other rams led to twins in only 30 to 45 % of the cases. The largest proportion of twins (63.7 %) was achieved by breeding in winter.

Data from 874 services, registered over 9 years, allowed us to evaluate the

effect of breeding season, number and type of birth and of individual male upon the interval between the introduction of the ram into the flock and oestrus' onset (IRO). Lower values in length of IRO ($P < 0.05$) than in spring (20.2 ± 0.1 days) were observed in winter (9.0 ± 0.2 days), autumn (12.6 ± 0.1 days) and in summer (12.7 ± 0.2 days). IRO was longer ($P > 0.05$) for first (13.5 ± 0.1 days) and second parity (14.0 ± 0.1 days) ewes, than for third (12.8 ± 0.1 days) and fourth parity (12.1 ± 0.2 days) ewes. Litter size had not an influence on IRO length (9.9 ± 0.1 and 9.3 ± 0.3 days, respectively, for simple and twin births). Depending on the utilized ram, IRO varied from 5.2 ± 0.5 days to 22.8 ± 6.4 days. Variation found in these reproductive variables allow to consider the importance of the related factors for the achievement of a good reproductive efficiency in sheep flocks.

Evaluation of introducing the ram in different productive stages, and season of the year upon the interval between lambing and first oestrus (ILFO), interval between lambing to luteal phase (ILLP), and interval between luteal phase and oestrus (ILPO), was conducted utilizing 75 multiparous ewes allotted into three groups according to the reproductive stage of exposure to ram. Ewes of Group L (GL) and of Group W (GW) (25 ewes each group) were exposed to ram either immediately after lambing or at weaning, respectively; and 25 ewes of Group P (GP) were exposed to ram permanently. The reproductive stage of ewes by ram's introduction into the flock had a highly significant effect ($P < 0.01$) on ILFO and ILPO, but only a significant effect ($P < 0.05$) on ILLP. For GP, ILFO (49.1 ± 0.1 days) was lower ($P < 0.01$) compared to GL (65.6 ± 0.1 days) and GW (74.3 ± 0.1 days). For variable ILLP, the ewes of GP obtained values of 39.8 ± 0.2 days, those of GL registered 44.7 ± 0.1 days and GW had 48.6 ± 0.2 days. ILPO values were 8.7 ± 1.9 days for GP, 20.9 ± 1.8 for GL and 25.0 ± 1.9 days for GW. Introduction of ram bucks into flock of ewes in spring

season, resulted in lowest values for ILFO (45.3 ± 6.7 days), as well as for ILLP (34.1 ± 5.8 days) and for ILPO (10.4 ± 4.5 days), compared to the values obtained for these variables in any other season of the year. Information obtained from present study can be utilized as an important reference by attempting to incorporate the male effect into modern intensive reproduction systems by sheep.

Main Advisor's Signature

Dr. Hugo Bernal Barragán

I. INTRODUCCIÓN

La producción pecuaria a nivel mundial es insuficiente para satisfacer la demanda de alimentos, debido al incremento constante de la población. Aunado a problemas actuales como la contaminación del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales, está el requerimiento de una producción pecuaria tecnificada y eficiente (González, 1998).

Entre las explotaciones de animales de interés zootécnico, se encuentra el ganado ovino. Esta especie se cría con tres finalidades importantes que son la producción de carne, de leche y de lana. La población mundial ovina es de 1,423 millones de cabezas (FAO, 2007). La mayor concentración de ovinos se localiza en los países de Mongolia, Australia, China y Nueva Zelanda, entre otros, alcanzando esta población alrededor del 35% del total mundial (Arbiza y Lucas, 1992; Dzib-Can et al., 2006).

México cuenta con 6.8 millones de cabezas de ganado ovino (Arteaga, 2006). La producción ovina ha jugado un papel preponderante desde el punto de vista socioeconómico para los pequeños productores, en particular para el desarrollo pecuario del país (Glaforo, 1998; González, 1998; Dzib-Can et al., 2006). La mayoría de las explotaciones se dedican a la producción de cordero para abasto, en sus diferentes modalidades, que son: cordero tipo cabrito, cordero de engorda de 35 kg de peso vivo.

Sin embargo, la producción ovina no satisface la demanda de carne y la calidad de los corderos sigue siendo baja (Garduño et al., 2002). La causa de este déficit, que es del orden del 45% de las 90,000 toneladas que se consumen, se debe a que la mayoría de los productores mantienen a sus animales solamente para subsistir y no para crecer en forma ordenada, en todos los aspectos que involucra una explotación ovina (Arbiza y Lucas, 1992; González, 1997, 1998, 2003).

Los ovinos representan un grupo de rumiantes que se destacan por la eficiencia en convertir forrajes fibrosos en alimentos para consumo humano, en comparación con los rumiantes de mayor tamaño (Aboul-Naga, et al., 1991; González, 1997, 1998, 2003).

Las razas de ovinos de pelo se han incrementado en la última década debido a su adaptación a climas adversos, principalmente en las zonas tropicales, áridas y semiáridas, por su resistencia al calor, a parásitos externos e internos y la ausencia o baja estacionalidad reproductiva. Las razas de pelo que más comúnmente se crían en México son la Pelibuey, la Blackbelly y la Saint Croix (Glaforo, 1998; González, 1998; Garduño, et al., 2002) y a partir del año 2000 las razas Dorper y Kathadin (AMCO, 2000).

El descenso en la actividad reproductiva de las ovejas de razas de pelo debido a una disminución de los estros, tasa de ovulación, concepción y prolificidad, se puede deber a efectos de nutrición, manejo, efecto del macho y probablemente al fotoperíodo (Cruz et al; 1994; Brown y Jackson, 1995; González, 1997; Garduño et al., 2002). No se ha establecido la capacidad reproductiva de las ovejas Saint Croix bajo las condiciones en que se explota, principalmente en la zona norte de México. En Nuevo León se encuentran rebaños de esta raza, originaria de las Islas Vírgenes, que llegaron a México procedentes de Estados Unidos (Foote, 1991; González, 1997, 1998).

Se han utilizado diferentes metodologías para lograr el principal objetivo de toda explotación ovina, que es el obtener la mayor cantidad de partos y de crías por hembra por año.

Se ha experimentado con productos a base de hormonas como progesterona, prostaglandinas, melatonina, etc., así como con el efecto del fotoperíodo y el efecto del macho (Cohen y Signoret, 1987; Burfenning, et al., 1989; Keisler, 1992; Brunet, et al., 1995).

La investigación se ha intensificado sobre estos dos últimos procedimientos, en la Comunidad Europea y Oceanía a finales de la década de los ochenta y principios de los noventa (Keisler, 1992; Over, 1992). Las razas de lana presentan una mayor estacionalidad en comparación con las razas de pelo, debido a que las razas de pelo se explotan en latitudes, cercanas al Ecuador, parece ser que el fotoperíodo no tiene tanto efecto sobre las hembras, sin embargo se presenta un efecto del macho (Chemineau, et al., 1993; González, 1997; Rosa y Bryant, 2002; Rosa et al., 2003).

Por lo anterior, el objetivo general de esta investigación fue:

Evaluar la eficiencia productiva y reproductiva de las ovejas de pelo "Saint Croix" en diferentes épocas de empadre bajo los sistemas de producción del Noreste de México.

Objetivos particulares:

Identificar y evaluar los factores ambientales que influyen sobre el índice de prolificidad, el peso al nacer, el peso al destete, tipo de parto y el intervalo introducción del macho a la manifestación del primer celo en una explotación ovina.

Determinar la respuesta del efecto del macho sobre las ovejas expuestas inmediatamente después del parto, al momento del destete y permanentemente en diferentes épocas de empadre.

HIPÓTESIS:

Existen diferencias en las tasas productivas del peso al nacer, al destete, tipo de parto y el intervalo introducción del macho-primer celo posparto por el efecto de factores ambientales.

Existen diferencias en cuanto a la manifestación del celo después del parto debido al efecto del macho.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

La especie ovina es una de las más diversificadas en todo el mundo, debido a su gran cantidad de genotipos existentes y a su adaptación a condiciones climáticas muy variadas (Foote, 1991; Arbiza y Lucas, 1992; González et al., 2003; Solomon et al., 2006). Esto ha llamado la atención de investigadores para analizar y evaluar los aspectos biotecnológicos importantes que se involucran en el manejo y la explotación de rebaños de diferentes razas.

Dentro de las razas de pelo que se han venido criando en diferentes regiones del mundo, se encuentra en primer lugar la Black Belly, la cual se caracteriza por ser un ovino de pelo originalmente de áreas tropicales, desarrollado en la Isla de Barbados.

Actualmente se encuentra diseminado por todo el Caribe y partes de norte, centro y sur de América. En México se ha difundido ampliamente en todos los climas desde el trópico hasta las áreas templadas. Se considera que comerciantes holandeses introdujeron a Barbados borregos de lana los cuales cruzaron con borregos africanos traídos a la isla con los esclavos, dando como resultado el ovino que actualmente se conoce como barbados, panza negra o Black Belly. Que ha sido seleccionado por más de 300 años buscando prolificidad, ganancias de peso, carne magra así como resistencia a parásitos y enfermedades. Este borrego se caracteriza por ser un animal muy rústico, prolífico, no estacional, con excelente habilidad materna y abundante producción de leche que permiten a las hembras criar dos o tres corderos con facilidad si cuentan con una adecuada alimentación.

La raza Saint Croix fue desarrollada en las Islas Vírgenes y fue el resultado del cruzamiento de diferentes razas, incluyendo las razas de pelo de África occidental. Es una raza de pelo blanco, sin cuernos que muda su pelo y fibras vellosas cada primavera, nunca requiere ser trasquilada, es de tamaño medio, fácil de manejar, prolífica y tiende a cruzarse durante todo el año. El cordero crece con ritmo moderado y produce un cuerpo sin grasa. Es utilizada como línea materna para la producción de corderos para abasto, debido a sus características de producción de leche y por su prolificidad, alcanzando valores de 1.5 hasta 2 crías por parto y se crían en programas de reproducción acelerada, donde se tienen como objetivo disminuir el intervalo entre partos hasta 7.3 meses. Para lo anterior se establecen programas de destete entre 35 a 45 días de edad y períodos de empadre de 35 días.

II.1. Fundamentos biológicos de la producción y reproducción en ovejas

La eficiencia reproductiva se puede mejorar a través de un aumento en el número de partos por oveja y del número de corderos por parto y debe ser la meta de toda explotación ovina (Chemineau, et al., 1991, 1993.; Aboul Naga et al., 1992; Arbiza y Lucas, 1992; Keisler, 1992). La Tasa de concepción, es decir el número de hembras que quedaron gestantes cuando fueron expuestas al morueco del 90 %; e índices de prolificidad (número de crías por parto) mayores de 1.3, repercuten en que los costos de producción de las explotaciones sean menores que cuando se tienen valores más bajos a los citados anteriormente (González, 1997; González et al., 2003; Vincent et al., 2000).

II.1.1. Incremento del número de partos por oveja

Para aumentar el número de partos por oveja, existen diferentes condiciones que se pueden evaluar, como son la edad a la pubertad y la madurez sexual de la oveja. En ovejas de lana se presenta la pubertad a los diez meses (Macedo et al., 2006), en comparación a las razas de pelo que la alcanzan entre los 4 o 5 meses de edad (Foote, 1991; González, 1997, 1998). Una buena alimentación a partir del nacimiento, puede ayudar a que las hembras lleguen al primer parto, con alrededor de 1 año de edad.

Sin embargo, no se debe forzar a las corderas con regímenes de alimentación intensiva (que permita empadrear las corderas entre los 6 y 8 meses de edad), debido a que la producción láctea disminuye y la crianza será deficiente por parte de la madre primeriza (Chemineau, et al., 1991, 1993; Cruz, et al., 1994). Incrementos de peso diario de 100 g para corderas de pelo, son adecuados para presentar el primer parto en promedio entre los 13 y los 15 meses de edad, con un peso corporal de 42 a 45 kg (Rhind et al., 1991; Gordon, 1997).

Un sistema de alimentación sencillo, que consiste en forraje o heno de buena calidad a libre acceso y un suplemento o concentrado con 14.2% de proteína cruda y 2.4 Mcal por kg, proporcionado a razón de 400 g por animal por día (Gutiérrez y Landa, 1993), puede ayudar a alcanzar los resultados mencionados.

A la dependencia de la presencia del estro con la época del año, se le denomina estacionalidad.

En las razas de pelo como la Pelibuey, la Dorper, la Kathadin o la Black Belly, la estacionalidad no es tan marcada como en razas de lana, sino que los ciclos estruales ocurren prácticamente durante casi todo el año. La baja presencia de estros en alguna temporada del año, se debe principalmente a efectos del medio ambiente y al clima, los cuales influyen en la disponibilidad de forraje.

En estas razas se pueden obtener hasta tres partos cada dos años (Brown y Jackson, 1995; González, 1997, 1998; Porras, et al., 1997). Por otra parte, existen razas de lana como la Ramboulliet, la Suffolk, la Corriedale, la Dorset, o la Hampshire, que solamente durante un período corto del año, principalmente en otoño presentan ciclos estruales repetitivos. Los nacimientos se presentan al inicio de la primavera, logrando obtener un parto por año (Woodfill, et al., 1994; Kusakari y Ohara, 1996; Rosa y Bryant, 2002; Rosa et al., 2003).

Los problemas reproductivos son frecuentes en rebaños con deficiente sanidad y alimentación. Esto repercute en la vida productiva y en la longevidad de las hembras, y tiene efecto directo sobre el intervalo entre partos, afectando el número de partos por oveja (Fritz, 1984; Behrens, et al., 1986; González, 1997), y consecuentemente el número de crías totales.

II.1.2. Incremento del número de corderos por parto

La herencia y el medio ambiente son los factores que determinan el % de partos múltiples, sin embargo el medio ambiente influye preponderante en la variación de los porcentajes de cuates (Behrens, et al., 1986; Chemineau, et al., 1991).

Las ovejas se pueden agrupar en:

Las ovejas, que nunca presentarán partos múltiples aunque estén en las mejores condiciones corporales y ambientales;

Las ovejas, que presentan partos múltiples cuando las condiciones ambientales son óptimas, y por último,

Las ovejas, que presentan partos múltiples aun cuando las condiciones ambientales sean poco favorables (Aboul-Naga, et al., 1992; Over, 1992; Garduño et al., 2002).

En la Figura 1 se pueden observar las etapas importantes para incrementar el porcentaje de partos múltiples. En cada una de las etapas, existen factores que pueden alterar la formación y producción de un cordero.

A nivel mundial, existen genotipos de ovinos, que se adaptan a diferentes condiciones ambientales. Existen tres genotipos, que se caracterizan de la siguiente manera:

A.- Razas criollas, que se adaptan a condiciones extremas y presentan partos dobles en frecuencias inferiores al 20 % y tienen poca capacidad cárnica (Garduño et al., 2002; Dzib-Can et al., 2006).

B.- Razas con alta prolificidad, con partos de hasta cuatro crías, que presentan una mejor capacidad cárnica que las anteriores son: Black Belly, Romanov, Merino con Boorla Gen, Saint Croix (Bores et al., 2002; Godfrey y Weis, 2005). C.- Razas que tienen porcentajes bajos de fertilidad y de partos múltiples, pero con elevado desarrollo muscular; dentro de las razas de lana se encuentran: Suffolk, Texel, Rambouillet (Gordon, 1997) y en las razas de pelo se tiene a la Dorper y Kathadin (Godfrey y Collins, 1999; Godfrey y Weis, 2005).

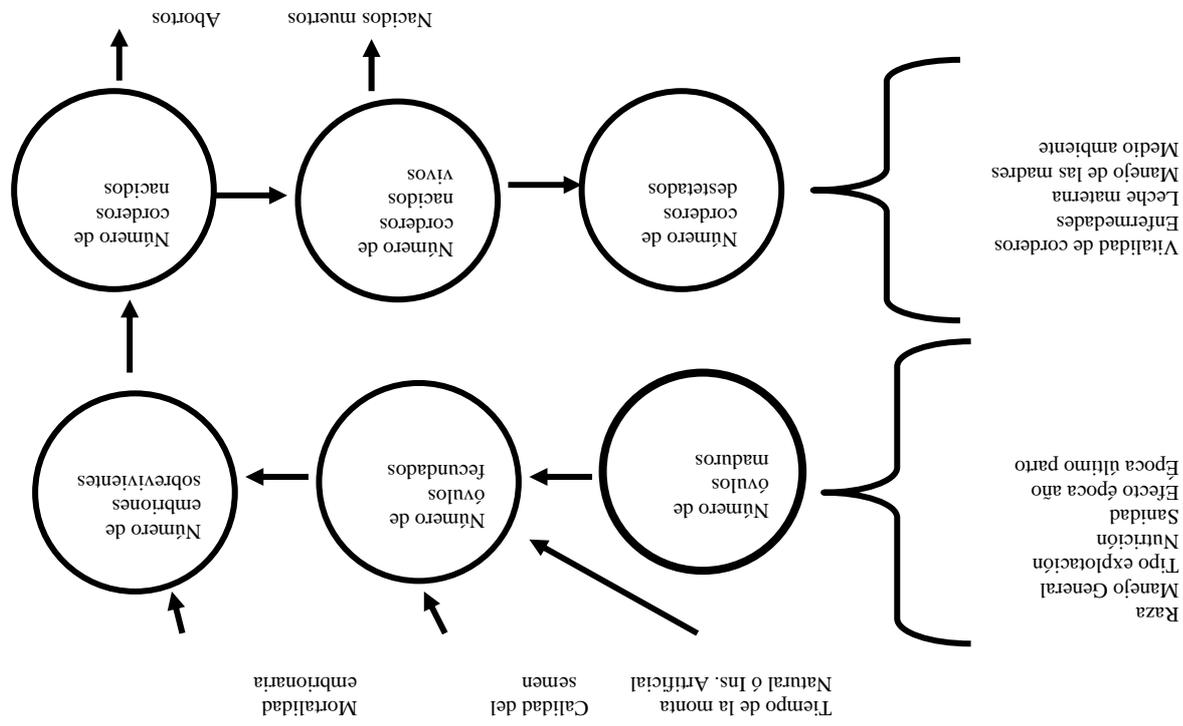


Figura 1.- Factores que afectan el porcentaje de partos múltiples en ovejas (según Behrens, 1986).

Los factores ambientales y de manejo afectan severamente las características productivas y reproductivas. Es necesario contar con un buen plan nutricional, sanitario, y de manejo, así como objetivos bien definidos de la

explotación, para lograr incrementar el porcentaje de partos múltiples a corto y mediano plazo (Brown y Jackson, 1995; Vincent, et al., 2000).

II.1.3 Efecto de la suplementación sobre la respuesta reproductiva de ovejas de pelo

Por otra parte, si las ovejas que se van a empadrear no se suplementan en épocas de escasez de forraje, ésto pudiera ser una limitante para lograr elevados porcentajes de partos múltiples (Wildeus, 2005). Godfrey et al. (2003) trabajando con Saint Croix, Macedo y Alvarado (2005), con Pelibuey y Ocak et al. (2006) con ovejas Awassi, reportaron incrementos en la frecuencia de partos dobles de 10 hasta un 20 %, cuando a las ovejas se les proporcionaba un suplemento de un 14 % hasta un 17.5 % de Proteína Cruda. La respuesta a la suplementación alimenticia es más favorable sobre la frecuencia de partos dobles, cuando las hembras tienen una condición corporal de 1.7 a 2.0 y el período de suplementación es de entre 15 y 30 días (Macedo y Alvarado, 2005; Ocak et al., 2006).

II.2. Reproducción de la oveja

II.2.1. Ciclo estrual de la oveja

Las ovejas de pelo, son animales poliéstricos estacionales, es decir que solamente por un período de tiempo determinado del año presentan actividad ovárica y comportamiento sexual durante el estro (Chemineau et al., 1991; Over, 1992). En esta especie, la mayoría de las razas de lana, a través de su domesticación tienen una estación reproductiva restringida, durante la época de

otoño e invierno, donde las horas luz del día disminuyen y comienza la actividad hormonal a través del incremento de la secreción de la melatonina, activando la glándula pineal (Martin et. al., 1985; Chemineau et. al., 1991, 1993).

El estro es el período fértil en que la hembra acepta al macho para ser fecundada. La duración promedio del estro de todas las razas es de 36 horas y el intervalo entre estros es de 17 días \pm 3 días, siendo normalmente inferior para corderas que van a su primer parto (Arbiza y Lucas, 1992; Cruz et al., 1994; González, 1997, 1998). La ovulación ocurre normalmente al final del estro y la cantidad de óvulos liberados está en función de varios factores ambientales, nutrición, manejo, sanidad y condición corporal, además del factor genético propio de cada animal (Martin et al., 1986; Rosado et al., 1998; Gordon, 1997).

En la Figura 2 se puede observar el ciclo estrual de las ovejas, dividido en dos fases, la fase folicular o período de crecimiento del folículo y la fase lútea ó período de cuerpo lúteo.

II.2.2. Acción de las hormonas gonadotrópicas

La duración del período de celo o estro, puede estar influenciado en forma marcada por la raza de la oveja. El intervalo entre el inicio del celo y el tiempo de la descarga preovulatoria de LH varía aún entre individuos de la misma raza (Martin et al., 1986). Las ovejas de razas prolíficas tienen un intervalo de 18 horas, mientras que en razas no prolíficas éste es bajo (6-7 horas) (Land et al., 1973). La máxima concentración de LH preovulatoria varía de un animal a otro, siendo la duración de este período de 8 a 12 horas (Gordon, 1997).

La concentración de LH en la sangre de la oveja esta determinada por el funcionamiento de dos sistemas distintos: en uno, la oleada preovulatoria de LH en hembras está controlada por un grupo de neuronas, mientras que en el otro sistema, la secreción basal (tónica) de LH está regulada en ambos sexos por otro grupo de neuronas en el hipotálamo (Driancourt, 1991; Campbell y Webb, 1995).

En las ovejas, el nivel tónico de LH se mantiene aparentemente en la fase de actividad luteal, mientras la oleada preovulatoria es bloqueada por la progesterona pero liberada en respuesta a los estrógenos al momento del estro (Ginther et al., 1995). Driancourt (1991) ha propuesto que la influencia inhibitoria de la progesterona en la secreción de LH está regulada en gran parte por la vía de neuronas opioides dentro y fuera del hipotálamo basal medio. El incremento en la secreción de LH se produce al aumentar la frecuencia pulsátil de su descarga. El sostenido incremento en la LH tónica, cubierto por un período de alrededor de 48 horas, es acompañado por un incremento hasta 5 veces mayor en la secreción de estradiol, debido a un rápido crecimiento de los folículos preovulatorios en los ovarios. Así, por un incremento en la secreción de estradiol, algunas horas después comienza el estro y se acciona la oleada masiva de LH (Driancourt et al., 1994). La ovulación en las ovejas ocurre alrededor de las 24 horas después de la liberación de LH y coincide con el final del celo (Evans et al., 1994).

Por otra parte, Goodman et al. (1980) mencionan que el estradiol contribuye en la determinación de las concentraciones de LH en dos formas, una por la acción individual de los estrógenos en la fase folicular sobre la supresión parcial de la LH tónica y otra en la fase luteal por la acción conjunta con la progesterona en el control de la LH.

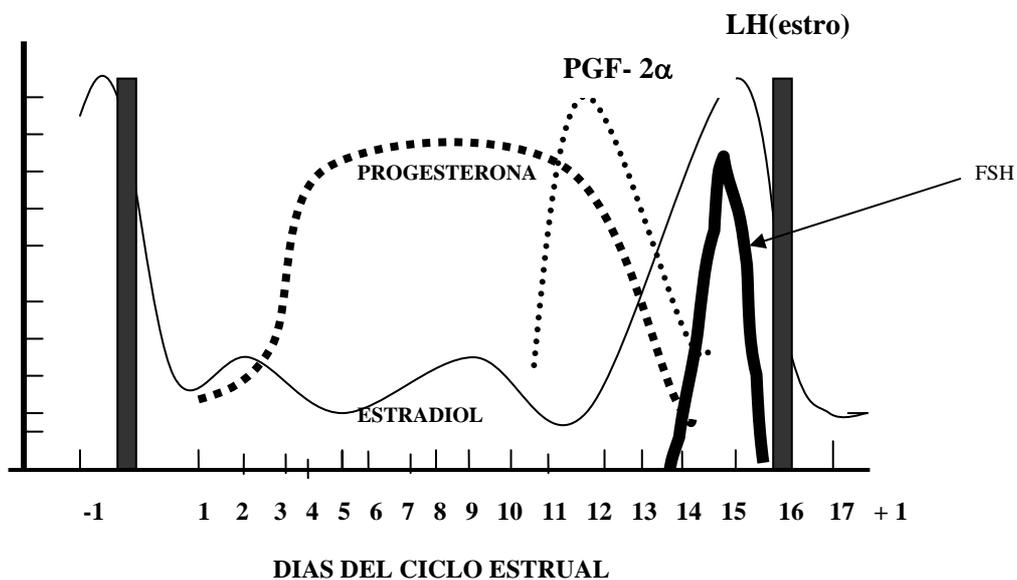


Figura 2.- Representación esquemática del ciclo estrual de la oveja (según Chemineau, et al., 1991)

Estos dos efectos de los estrógenos junto con el conocido efecto inhibitorio de la progesterona en las concentraciones de LH, pudiera ser el motivo por el cual la LH es secretada en nivel tónico durante la fase luteal del ciclo estrual de la oveja (Karsh, 1984). Evans et al. (1994) mencionan que durante el período preovulatorio de LH, el estradiol induce un cambio cualitativo en el patrón de liberación de la GnRH, reduciendo la amplitud de sus pulsos.

En el caso de la hormona folículo estimulante (FSH) se conoce que la síntesis y secreción es estimulada por la GnRH e inhibida por el estradiol e inhibina del ovario (Campbell, et al., 1989). Estudios realizados con la FSH han propuesto y evidenciado dos mecanismos de control diferente para la FSH y LH que operan durante el ciclo estrual de la oveja: uno, por el centro de control presumiblemente accionando la vía de las hormonas liberadoras del hipotálamo, que aparecen para regular los cambios repentinos que afectan la secreción de LH más que la FSH y el segundo que controla la FSH, es presumiblemente por acción de los estrógenos y la inhibina, regulando los cambios que ocurren gradualmente en las concentraciones de FSH y LH en un camino similar (Karsh,1995).

La secreción de la FSH por la pituitaria está bajo el control inhibitorio del estradiol y la inhibina; ambas hormonas son sintetizadas por las células de la granulosa de los folículos dominantes (Campbell et al., 1989). Se menciona que la secreción del estradiol esta bajo el control estimulador de la LH, pero en trabajos realizados en ovejas ciclando y en anestro se demostró que no es el caso para el control de secreción de la inhibina (McNeilly et al., 1989; Campbell et al., 1989).

Resultados de trabajos realizados por Mann et al. (1989) demostraron que en la oveja, los folículos vesiculares dominantes son responsables en la mayoría de los casos de la secreción de la inhibina del ovario en todas las etapas del ciclo estrual, y que el cuerpo lúteo secreta pequeñas cantidades o nada de inhibina.

Asimismo concluyeron que esta hormona no es probablemente responsable en la disminución de la FSH observada durante la fase folicular del ciclo estrual de la oveja, siendo el estradiol el más importante en la regulación de la FSH. En otro estudios, Campbell et al. (1990a, 1990b) concluyeron que el estradiol, mas no la inhibina, es el componente mayor del circuito de retroalimentación inhibitorio que controla el patrón de secreción de la FSH en la fase folicular del ciclo estrual.

En Nueva Zelanda, Phillips et al. (1994) determinaron las concentraciones de FSH durante el ciclo estrual de la oveja y demostraron que fueron elevadas durante y después de la oleada preovulatoria de LH y que es significativamente bajo durante las fases luteal media y tardía y en la media folicular del ciclo.

Esto evidencia el por qué existen diferencias fundamentales en los patrones de liberación entre la FSH y LH. En otro trabajo realizado relacionado a lo anterior, se encontró que durante el ciclo estrual de la oveja, más del 50 % del contenido de FSH de la pituitaria puede ser liberado cada día, mientras que únicamente del 1 al 5 % de la LH es liberada en forma pulsátil.

Esto ha sugerido que otros factores aparte de la GnRH juegan un importante papel en el control de la secreción de la FSH. Se conoce que la LH es almacenada en los gránulos secretorios mientras es liberada en respuesta a los pulsos de la GnRH; en contraste, la FSH es liberada espaciadamente durante la fase luteal, pero tal liberación es parcialmente dependiente del estímulo de la GnRH (Van Cleef et al., 1995).

II.2.3 Fisiología y Endocrinología del ciclo estrual

Los ovarios de las ovejas tienen dos funciones principales, la producción cíclica de óvulos aptos para ser fertilizados, y la producción de hormonas esteroides y peptídicas para el mantenimiento del tracto reproductivo (Brinkley, 1981; Souza et al., 1995).

II.2.3.1. Fase folicular

Consiste en el crecimiento del folículo bajo la actividad de las hormonas folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH) (Cunningham, 1999). Debajo de la cápsula ovárica existen, desde la época del nacimiento, numerosos folículos primarios y cada uno contiene un óvulo inmaduro. En ovejas son de 12000 a 86000. Al iniciarse cada ciclo, varios de estos folículos se agrandan.

Uno de los folículos comienza a crecer con rapidez alrededor del óvulo (formación del antro); esta cavidad se llena con líquido folicular; en ovejas, al igual que en otras especies, y alrededor del 6^o día se transforma en folículo dominante.

El resto de los folículos experimentan regresión y forman los llamados "folículos atrésicos". Este proceso de desarrollo folicular comprende dos etapas (Campbell et al., 1989; Campbell y Webb, 1995). La primera se le denomina etapa basal y puede realizarse en la ausencia de las hormonas gonadotrópicas y la segunda se le denomina etapa tónica, la cual depende del efecto de la FSH y LH (Driancourt, 1991; 1994).

Durante esta etapa, los folículos se hacen extremadamente dependientes de las gonadotropinas, particularmente de la FSH. En ésta etapa se involucran tres procesos casi simultáneos, definidos como reclutamiento, selección y dominancia para su maduración final (Driancourt, et al., 1990; Noel, et al., 1993; Ginther, et al., 1995; Campbell, et al., 1990a).

La concentración de estradiol es baja durante la primera semana de la fase folicular, pero comienza a elevarse progresivamente conforme el folículo crece (Scaramuzzi y Land, 1978; Cunningham, 1999). El estradiol alcanza su concentración máxima unas horas antes que el máximo de LH y sensibiliza a la hipófisis (Baird, et al., 1991). La LH es liberada en respuesta a esta concentración alta de estrógenos por un sistema de retroalimentación positiva (Campbell, et al., 1989). La concentración de progesterona es muy baja durante la fase folicular y el máximo o pico de LH anuncia su fin (Cunningham, 1999).

Estudios recientes, mencionan el efecto del factor de crecimiento semejante a la insulina I (IGF – I o somatomedina C), con actividad similar a la insulina, siendo antilipolítica, estimuladora de la síntesis de proteínas y además afecta el crecimiento hipofisiario (Cunningham, 1999).

A nivel de desarrollo folicular se han reportado cambios en las concentraciones del IGF-I, que pueden afectar la proliferación celular y la esteroidogénesis dentro del ovario (Khalid y Haresign, 1995). Scaramuzzi y Downing (1995) reportaron evidencias de efectos parácrinos y autócrinos del factor de crecimiento epidermal (FCE) y del factor de crecimiento del fibroblasto (FCF) en los folículos y en la función luteal de las ovejas.

En ganado vacuno es aceptado que el crecimiento de los folículos vesiculares ocurre en dos o tres oleadas distintas durante el ciclo estrual (Cunningham, 1999). Cada oleada es caracterizada por la emergencia simultánea de grupos de folículos y el establecimiento de un folículo dominante, el cual continúa su desarrollo, mientras se suprime aparentemente el crecimiento de los otros folículos.

Estudios en ovejas en los años 60's y 70's llegaron a la conclusión que los folículos vesiculares se desarrollaban rápidamente durante el ciclo y permanecían en el ovario hasta el momento de la ovulación ó que pudieran ser varias fases del crecimiento folicular durante el ciclo (Smeaton y Robertson, 1971).

Estudios reportados por Driancourt et al. (1990) confirmaron que las oleadas foliculares también ocurren en las ovejas.

De los resultados que ellos obtuvieron de todos los estados fisiológicos importantes como pubertad, anestro, y fase luteal, la proporción de ovejas con folículos sensitivos a LH fue alta, (mayor de 80 %) y sugirieron que las oleadas del crecimiento folicular ocurren continuamente.

Por otra parte Noel et al. (1993) realizaron un estudio por medio de laparoscopía para observar la dinámica folicular en ovejas Suffolck en Bélgica en diferentes épocas de empadre y durante el anestro. Reportaron tres oleadas de crecimiento folicular y de atresia durante el ciclo estrual, dos oleadas durante la fase luteal y una durante la fase folicular, y similar desarrollo durante el anestro.

En Canadá, Leyva et al. (1995) utilizaron ultrasonido transrectal para monitorear la actividad ovárica y la ovulación en el ciclo estrual y reportaron que el 80 % de las ovejas, presentaron tres oleadas foliculares en un ciclo normal de 17 días. En la última oleada resultó la ovulación.

II.2.3.2. Fase luteal

En esta fase se modifican las concentraciones de progesterona (P4) que preparan al útero para la posibilidad de recibir un óvulo fecundado (Brinkley, 1981 ; Chemineau et al. 1991).

Los niveles de P4 se incrementan después de la ovulación, del día +1 hasta el día 7 u 8 y permanecen las concentraciones altas durante el resto de la fase lútea hasta el día 14. Cuando no se lleva a cabo una preñez, tres días antes de la siguiente ovulación, la concentración de P4 disminuye drásticamente (Aboul-Naga et al., 1992; Cunningham, 1999).

Existe una relación inversa en las concentraciones de P4 y LH. El Cuerpo Lúteo se mantiene en animales no gestantes o gestantes debido a un patrón relativamente lento de liberación de LH, con un pulso cada 2 a 3 horas, con valores inferiores a 2 nanogramos por mililitro (González y Murphy, 1987; Campbell et al. 1989; Chemineau et al. 1991).

Para la regresión del cuerpo lúteo la prostaglandina $PGF_{2\alpha}$ es la responsable directa en animales domésticos, incluyendo vacas, cabras, caballos, cerdas y ovejas. Es un ácido graso insaturado de 20 carbonos. La secreción de esta sustancia se inicia tres días antes del siguiente ciclo estrual.

El modo de transferencia de la $PGF2_{\alpha}$ del útero al ovario sucede por contracorriente local (Cunningham , 1999).

Este procedimiento ocurre por el movimiento de moléculas a través del sistema vascular, desde la sangre venosa con alta concentración de la prostaglandina en la vena utero-ovárica hacia un área de baja concentración, la arteria ovárica. (Gordon, 1997; Cunningham, 1999). Esto permite que las concentraciones de $PGF2_{\alpha}$ que alcanzan el ovario, sean altas, ya que de haber ingresado a la circulación sistémica, el 90 % de la $PGF2_{\alpha}$ hubiera sido metabolizada en cada pasaje por los pulmones (Ungerfeld, 2003).

El mismo autor, menciona, en estudios recientes que el pasaje a contracorriente vena uterina-arteria ovárica, es esencial para que se produzca la luteólisis, pero no es la única vía, sino que también puede ocurrir a través de los vasos linfáticos uterinos y por la circulación sistémica.

II.3. Estacionalidad reproductiva de la oveja

Durante los últimos cincuenta años se ha trabajado intensamente en esclarecer los factores que se ven involucrados en el fenómeno de la estacionalidad. Se define estacionalidad como el período de tiempo en el cual la hembra presenta ciclos estruales repetitivos en promedio de 17 días, durante un período de 3 a 6 meses (Brinkley, 1981; Chemineau et al. 1991; González et al., 1992; Demiroren et al. 1995; Rosa y Bryant, 2002; Rosa et al., 2003). Esto obedece al sentido de sobrevivencia que las ovejas heredaron de sus antepasados, con el fin de que los partos se presenten en los meses favorables tanto para ellas como para sus crías.

Las hembras que presentan este fenómeno de estacionalidad reproductiva, la inician en otoño para que las crías nazcan en primavera (Foote 1991; Aboul – Naga et al., 1992; Cunningham, 1999).

Así, los ciclos reproductivos en los animales obedecen a situaciones, determinan la conveniencia o no de su presentación. Con el propósito de determinar si tal condición se cumple, el animal utiliza una serie de mecanismos complejos que tienen como fin informar sobre el estado actual del medio y que durante su evolución le han permitido monitorear las características del mismo en un período determinado (Lindsay, 1975).

Marshall (1937) observó por primera vez, que en las ovejas que se desplazaban de un hemisferio a otro, la estación reproductiva se modificaba, siendo los días cortos, donde se presentaba o daba inicio el empadre natural.

Posteriormente se comenzó a trabajar para estudiar el efecto del fotoperíodo sobre la reproducción de los ovinos, llegando a establecer que entre razas existen diferencias en cuanto al inicio y duración de la estación reproductiva (Hafez, 1952; Chemineau, 1991; Segura et al., 1996).

La mayoría de las razas ovinas y caprinas originarias del norte de Europa manifiestan variaciones importantes del estro y de la ovulación, siendo que todas las hembras presentan una actividad sexual que se extiende desde agosto y septiembre hasta enero y febrero, mientras que se observa un reposo sexual durante el resto del año (Chemineau, 1991). Dicho autor menciona que la estacionalidad tiende a desaparecer en las razas que habitan más cerca del Ecuador.

II.4. Manifestación de la estacionalidad en el morueco

Los moruecos exhiben fluctuaciones estacionales en el comportamiento sexual, actividad hormonal, gametogénesis y por consiguiente en el peso y tamaño testicular (Rosa y Bryant, 2003). Sin embargo las variaciones fisiológicas y de comportamiento sexual son menos marcadas que en ovejas. En efecto, mientras en las ovejas la ovulación y el estro se detienen, en moruecos, la espermatogénesis y la actividad sexual nunca se detienen; más bien, son altos al final del verano y durante el otoño y bajos al final del invierno y en primavera (Burfenning et al., 1989; Brunet et al., 1995).

En estudios realizados por Pearce y Oldham (1988), tomando al morueco de la raza de Ile de France como modelo, y considerando las tendencias similares que se pueden observar en otras razas, reportaron que el peso testicular puede variar de 180-190 a 300-320 g y la producción de espermatozoides por gramo de parénquima testicular puede incrementarse de 8.5×10^6 hasta 12.2×10^6 , resultando en una variación en la producción de espermatozoides por testículo de 1×10^9 hasta 4.8×10^9 .

En moruecos de la raza Soay, los niveles de FSH (1.5 ng/ml) y LH (2.5 ng/ml) comenzaron a incrementarse de las 2 a las 4 semanas después de decrecer el fotoperiodo, seguido casi inmediatamente por un incremento en los niveles plasmáticos y acompañado por un crecimiento de los testículos (Lincoln y Davidon, 1977). La sensibilidad de los moruecos al fotoperiodo es diferente a las ovejas.

La actividad sexual en moruecos es usualmente estimulada de 1 a 1.5 meses antes, permitiendo que cuando el período cíclico de las ovejas comience, los moruecos ya consiguieron un nivel alto de actividad sexual.

Esta ventaja es importante, porque mientras las ovejas anéstricas pueden ovular dentro de pocos días después de la estimulación hormonal, los moruecos necesitan aproximadamente 45 días para completar la espermatogénesis (Rosa et al., 2003).

II.5. Factores que modulan la estación reproductiva de la oveja

La estación reproductiva en ovejas está principalmente regulada por el fotoperíodo. Sin embargo existen otros que también pueden afectar la estacionalidad reproductiva, por ejemplo la temperatura ambiental, nutrición y relaciones intersociales entre individuos (Legan y Karsh, 1979; Karsh et al. 1984). Mientras que en regiones templadas el fotoperíodo es el factor decisivo para el inicio de la actividad reproductiva, dejando otros factores en forma secundaria, en zonas tropicales el nivel nutricional es el responsable de una estacionalidad en la actividad sexual (Rosa et al., 2000; Rosa et al., 2003).

La temperatura ambiental puede imponer la estacionalidad en la actividad reproductiva de las ovejas, como fue demostrado claramente por Wodzicka –Tomaszewska (1967). Ellos mantuvieron encerradas a un grupo de ovejas de la raza Romanov bajo un período constante de 12 horas luz y 12 de obscuridad, variando únicamente la temperatura ambiental de 20 a 30 °C.

Encontraron que las ovejas mantenidas a temperaturas de 20 °C iniciaron hasta en 20 días antes la actividad reproductiva.

También se ha demostrado, que manteniendo la temperatura baja durante el período de verano, las ovejas iniciaron antes la estacionalidad reproductiva que las que estuvieron bajo las condiciones climáticas de la región donde se desarrollaron los experimentos (Dutt y Bush, 1955; Godley et al., 1966).

La nutrición afecta muchos aspectos del rendimiento reproductivo en ovinos, por ejemplo la edad a la pubertad en ambos sexos, la fertilidad, la tasa de ovulación, la sobrevivencia embrionaria, el intervalo parto-celo, el crecimiento testicular y la producción de espermatozoides (Smith, 1991; Rhind, 1992; Robinson, 1996). Las deficiencias nutricionales pueden mostrar sus efectos a corto y mediano plazo.

Mientras algunos estudios indican que las ovejas pueden bajar de peso corporal sin que haya una disminución en el rendimiento reproductivo de las mismas, las pérdidas de peso corporal acumuladas sobre varios ciclos reproductivos incrementa la incidencia de problemas de fertilidad (Robinson, 1981). El nivel de nutrición recibido por las ovejas durante el invierno y primavera pueden influenciar el porcentaje de ovejas mostrando un estro en el siguiente otoño (Rubianes, 2000; Godfrey, et al., 2003), pero una dieta de submantenimiento introducida antes del inicio de la estación reproductiva no afecta la presencia del estro, pero se ven afectadas las corderas y las ovejas viejas (Forcada et al., 1992).

Este último grupo de investigadores, encontraron que lo largo del anestro estacional fue claramente reducido, cuando las ovejas de la raza Aragonesa fueron mantenidas con baja condición corporal (2.5 a 2.7) por dos años consecutivos. Thimonier et al. (1986) reportaron que en regiones donde las variaciones de las lluvias afectan la presencia de nacimientos, puede explicarse debido a las variaciones en la disponibilidad de nutrientes.

En contraste, Gordon (1997) concluyó que la temperatura y el nivel nutricional presentan un pequeño efecto en las razas tropicales en el inicio y la duración de la estación reproductiva. Robinson (1981) sugiere que las ovejas no deben perder más del 15 % de su peso vivo, para que no se presente un efecto negativo sobre el inicio de la estación reproductiva a corto plazo. En moruecos, cambios profundos en los regímenes de alimentación afectan el tamaño testicular y la función espermática (Martin, 1995).

Los mecanismos por los cuales los nutrientes regulan los parámetros reproductivos son complejos y hasta ahora no del todo entendibles siendo sujetos a especulaciones (Smith, 1991; Robinson, 1996). Sin embargo son coherentes a favor de la hipótesis, que los regímenes de alimentación afectan la secreción o eliminación de las gonadotropinas y la tasa de ovulación. Adams et al. (1993) asientan que la eliminación de la progesterona afecta la tasa de preñez, o el balance entre la secreción de FSH y el mecanismo de retroalimentación gonadal por los cambios de receptividad a los efectos inhibitorios del estradiol e inhibina que afectan la estacionalidad reproductiva (Evans, 1995; Mitchell et al., 1997).

Por otra parte, la estación reproductiva puede ser influenciada por la época de partos.

El inicio y duración de la estación reproductiva natural se ve afectada por épocas tempranas de partos, que están asociadas a un inicio temprano de la estación reproductiva subsecuente (Haresign, 1992; Mitchell et al., 1997), pero no con su paralización (Mitchell et al., 1997). Otro factor que puede afectar la estación reproductiva es el período lactacional. Bajo condiciones normales, en ovejas con alta estacionalidad, los nacimientos ocurren durante el anestro estacional y por consiguiente en esta situación se confunden los efectos de la lactación con los del período de estacionalidad reproductiva (González, 1997).

II.5.1. Efectos fundamentales del fotoperíodo

Las primeras demostraciones de los efectos del fotoperíodo sobre la reproducción se llevaron a cabo, desplazando ovejas del hemisferio norte al hemisferio sur, o sometiendo a las hembras en cámaras fotoperiódicas a regímenes luminosos que reproducían las variaciones del fotoperíodo del hemisferio sur. En ambos casos, la estación sexual se retrasaba seis meses, presentándose siempre después del solsticio de verano (Karsh, 1984). Esta respuesta se manifestaba igualmente cuando las ovejas se sometían a un régimen fotoperiódico acelerado que reproducía en seis meses los cambios anuales de la duración del día y provocaba la aparición de dos estaciones sexuales durante el año (Clark y Tilbrook, 1992; Malpoux et al., 1993).

La alternancia de tres o cuatro meses de días largos, alternada con tres o cuatro meses de días cortos, determinaba asimismo la sucesión de períodos de actividad y de inactividad sexual; ello demuestra el efecto estimulador de los días cortos, que inducen la ovulación después de 50 días y el efecto inhibitor de los días largos sobre la actividad sexual. Es por eso que a las ovejas se les menciona “especies de días cortos” (Chemineau, 1991; Chemineau et al., 1993).

En otros trabajos realizados por Karsh et al. (1984) y Malpoux et al. (1993) mencionan tres efectos fundamentales del fotoperíodo sobre la reproducción de las ovejas. Primero, que de la percepción que tiene el animal de un día corto o de un día largo depende de su historia fotoperiódica, es decir, si un día es de 12 horas de luz, ese día un animal lo va interpretar como un día corto siempre y cuando haya sido sometido a un tratamiento fotoperiódico de 16 horas de luz, o como un día largo si percibió solamente 8 horas de luz.

Segundo, que la acción estimuladora de los días decrecientes sobre la actividad neuroendócrina de la oveja podría ser responsable de la duración normal de la estación sexual en condiciones naturales.

Tercero, que la existencia de una fase fotosensible que tiene lugar alrededor de 16 a 17 horas a partir del alba, provoca la lectura de un día largo tanto en el morueco como en la oveja.

Como en todas las especies de mamíferos, en los pequeños rumiantes, la percepción de los impulsos luminosos tiene sede en la retina (Malpoux et al., 1993).

Posteriormente, este estímulo (Figura 3) es conducido por el tracto retino-hipotalámico hasta los núcleos supraquiasmáticos y paraventriculares del hipotálamo, antes de pasar por el ganglio cervical superior y llegar finalmente a la glándula pineal. Esta última sintetiza y secreta en la sangre la melatonina, únicamente durante la noche.

Considerando lo anterior, Karsh et al. (1984) mencionan que es muy probable que en virtud de la duración de tal secreción, los animales sean capaces de percibir la duración de la noche y por ende la del día; debido a que probaron la restitución por infusión de melatonina, de un ritmo de noches largas en ovejas pinealectomizadas, es suficiente para provocar la lectura de un día corto e inducir la estimulación de la actividad neuroendócrina y concluyeron que la melatonina modifica la retroalimentación negativa de los esteroides sobre la actividad neuroendócrina.

Asimismo Malpoux et al. (1993) mencionan que la melatonina distribuida de una manera correcta, es capaz de restituir la totalidad del efecto del fotoperíodo; sin embargo, su localización y su modo de acción aún no se conocen con precisión. Ellos obtuvieron el sitio funcional de acción, colocando microimplantes que liberan melatonina, en el hipotálamo medio-basal de la oveja y el morueco, aunque los receptores se encuentran de manera abundante en la pars tuberalis de la hipófisis.

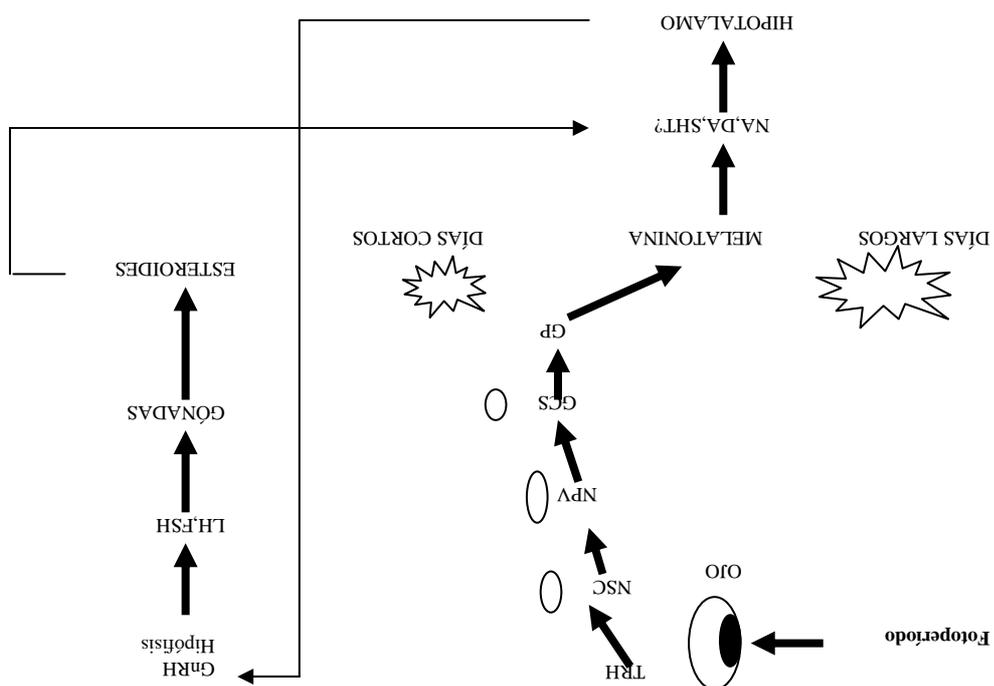
(1998).

Se considera que los ciclos reproductivos en los animales obedecen a situaciones que, al ser interpretadas, determinan la conveniencia o no de su presentación (Price et al., 1992; Rosa, et al., 2000). Según Godfrey et al.

II.5.2. Efecto macho

Malpoux et al., 1993).

Figura 3.- Camino de luz natural o artificial del fotoperiodo en ovejas: THR: Tracto Retino-Hipotalámico, NSC: Núcleo Supraquiasmático, NPV: Núcleo Paraventricular, GCS: Ganglio Cervical Superior, GP: Glandula Pineal; NA: Noradrenalina; DA: Dopamina; SHT: Serotonina; GnRH: Hormona Liberadora de la Gonadotropina; LH: Hormona Luteinizante; FSH: Hormona Folículo Estimulante.(Según



La actividad sexual en la mayoría de los machos se inicia sólo si se cumple la siguiente regla: “Las condiciones de medio ambiente al momento del empadre, deberán ser tales, que aseguren una probabilidad alta de supervivencia tanto a la cría como a la madre”. Estos investigadores, mencionan que el animal utiliza una serie de mecanismos complejos que tienen como fin informar sobre el estado actual del medio y que durante su evolución le han permitido prever las características del mismo en un período determinado.

En los ovinos, aparte del fotoperíodo como elemento regidor de los ciclos reproductivos y su expresión también, lo es la presencia de compañeros con actividad sexual manifiesta. La presentación de actividad reproductiva, al inicio de la estación natural de apareamiento, se acelera si existen machos activos o hembras en estro en el rebaño (Martín et al., 1986). Al papel estimulante de la presencia del macho sobre la actividad sexual de las hembras en anestro se le conoce como “efecto macho” (Martín et al., 1985, 1986; Martínez et al., 1999; Rosa et al., 2002), mientras que cuando dicha estimulación obedece a la presencia de hembras activas sexualmente, al fenómeno se le conoce como “efecto hembra” (Zarco et al., 1995; Álvarez et al., 1999).

En ovejas que se encuentran en anestro estacional, la introducción repentina del macho provoca el reinicio de la actividad reproductiva cíclica. Del total de las hembras expuestas al semental, un porcentaje alto ovula dentro de los primeros tres a cinco días (Martín et al., 1986; O’Callaghan et al., 1994; Rosa et al., 2000).

Los diferentes trabajos realizados por grupos de investigadores establecen que la introducción del macho resulta en un rápido aumento en la frecuencia de liberación de pulsos de la hormona luteinizante (LH) en la hembra, seguido por un pico preovulatorio de la misma gonadotropina y por ovulación (Cohen y Signoret, 1987; Wright et al., 1989).

El efecto macho constituye un estímulo social activador de la fase reproductiva de las ovejas. Los primeros indicios del fenómeno se registraron cuando Underwood et al. (1944) demostraron la relación entre la fecha de introducción del morueco al rebaño y la época de partos, sugiriendo que las montas ocurren entre 20 y 25 días después del primer contacto entre los animales de distinto sexo. Desde entonces el efecto macho se ha estudiado detalladamente en ovejas (Pearce y Oldham, 1888; Perkins y Fitzgerald, 1994; Rosa et al., 2000). El estudio del efecto macho se ha centrado en algunos puntos particulares que son expuestos a continuación.

II.5.2.1. Aislamiento previo de la hembra y el macho

Las hembras en contacto continuo con el macho exhiben un patrón reproductivo estacional similar al observado en los animales completamente aislados de los machos y su pubertad no se acelera (Martín et al., 1986; Chemineau et al., 1993). Según estos investigadores, la estimulación de hembras anéstricas mediante el efecto macho, requiere de un período de aislamiento previo de los sexos, lo que sugiere que el macho debe representar un estímulo “novedoso”.

El requisito de aislamiento previo es indispensable para que se presente el efecto macho; en él se debe considerar tanto su duración como su calidad (Pearce and Oldham, 1988; Rosa y Bryant, 2002). La calidad del aislamiento se refiere al hecho de que no deberá existir ningún grado de contacto entre las hembras y los machos; la hembra no será capaz de percibir al semental por ninguno de sus sentidos, eliminando las posibilidades de comunicación química (olfativa), visual, auditiva y táctil (Rosa et al., 2000, Rosa y Bryant, 2002).

En ovejas un aislamiento de dos semanas asegura una respuesta ovulatoria normal para el fenómeno (Oldham and Pearce, 1984; Martín et al., 1985, 1986). Sin embargo, otros estudios han propuesto que una mayor duración del aislamiento previo resulta en una respuesta más rápida y de proporción superior (Nugent et al., 1988a, 1988b; O'Callaghan et al., 1994).

La distancia entre los sexos representa un elemento que puede tener grandes variaciones de acuerdo con las condiciones propias de las instalaciones en que se encuentren los animales. Según Rosa y Bryant (2002) se han utilizado distancias desde 45 hasta 100 metros sin que se presente una alteración al fenómeno. Asimismo la distancia ideal parece depender de la comunicación que puede interferirse entre los sexos, de modo que distancias menores a las mencionadas podrían ser efectivas si se utiliza alguna estrategia para eliminar en la hembra la captación de señales provenientes del macho; por ejemplo barreras físicas (Cohen y Signoret, 1987; Over, 1992).

II.5.2.2 La respuesta endocrina al efecto macho

En todos los estados reproductivos, incluyendo las condiciones de anestro, la secreción de LH se caracteriza por su naturaleza pulsátil y es a su vez controlada por pulsos de secreción de GnRH desde el hipotálamo (Cohen et al., 1986). En las hembras que no se encuentran ciclando, dichos pulsos se liberan con una frecuencia baja, controlados mediante un mecanismo de retroalimentación negativa por niveles mínimos de estradiol (Martin, 1985).

La introducción del macho induce un incremento rápido y dramático en la frecuencia y amplitud de los pulsos de la LH plasmática (Martin et al., 1986). Este incremento estimula el desarrollo folicular, provocándose un pico preovulatorio de LH que induce la ovulación (Martin et al., 1995). En la oveja, la alta frecuencia de secreción pulsátil de LH ocurre con mayor frecuencia durante la noche que durante el día (Oldham y Gray, 1984), debido posiblemente a que la eficiencia para la recepción de feromonas se modifica de acuerdo con la hora del día (Martin et al., 1985) y a las reducciones diurnas en los valores de receptores cerebrales para el estradiol (Malpoux et al., 1993). El tiempo desde la introducción del macho hasta el primer incremento en la LH liberada es corto, dos a cuatro minutos en ovejas (Martin et al., 1985, 1986; Oldham et al., 1985).

Martin et al. (1985, 1986) mencionan que el incremento en la frecuencia pulsátil de LH es más importante que la amplitud de los pulsos para desencadenar el proceso ovulatorio, es decir, las hembras que responden con ovulación a la introducción del macho alcanzan mayor frecuencia de pulsos de LH que las que no lo hacen (Martin et al., 1985; Oldham et al., 1985).

Desde el momento que las ovejas ovulan, la introducción del macho es seguida por un pico preovulatorio de LH luego de un período de 24-36 horas (Oldham et al., 1985; Martin et al., 1985).

Sin embargo la presentación del pico preovulatorio puede retrasarse o impedirse debido a prácticas de manejo propias del experimento (Martin et al., 1985); a pesar de ello, la fase de desarrollo folicular inducida por el macho, tiene una duración menor a 36 horas; en ausencia del efecto macho, la duración de dicha fase es más prolongada de 60-70 horas (Rosa y Bryant, 2002). En la mayoría de los casos, la ovulación se presenta dentro de las primeras 50 horas posteriores al contacto inicial con el macho (Oldham et al., 1985; Alexander et al., 1999).

En la oveja se presenta un ciclo corto que se caracteriza por una secreción baja ó nula y transitoria de progesterona por el cuerpo lúteo (Oldham et al., 1985; Oldham y Gray, 1984). Después del ciclo corto, se presenta una segunda ovulación, cuyo CL es de duración normal y que en 90 % de las hembras se acompaña de conducta estral. Así todas las fases lúteas de duración normal permiten que la próxima ovulación se acompañe de conducta estral en todos los casos (Martin et al., 1986; Sánchez et al., 1997; Santiago et al., 1997; Rosa y Bryant, 2002).

En la oveja, la primera ovulación no se acompaña de una conducta estral, pero la actividad cíclica iniciada permite un estro y una ovulación normal 17 días después si se formó un CL de vida normal en la primera ovulación (Oldham y Martin, 1985).

Sin embargo Pearce y Oldham (1988) encontraron que no sucede lo anterior en aproximadamente el 50 % de las hembras y se presenta un ciclo corto que resulta en nueva ovulación cinco a seis días después, sin manifestar todavía una conducta estrual.

Ahora bien, para que se dé la segunda ovulación, es posible que durante dicho ciclo corto la frecuencia pulsátil de LH permanezca elevada; la baja concentración de progesterona (< 1 ng/ml) o ausencia podría favorecer tal situación, permitiendo la aparición del segundo pico de LH (Martin et al., 1985). Después del ciclo corto, el CL que se forma, presenta características normales en cuanto a producción y duración de la progesterona (Rosa et al., 2003).

En algunas ovejas se presenta una recaída al estado de anestro posterior a la primera ovulación inducida por el macho; la proporción de hembras en las que sucede lo anterior depende de la época del año (Oldham et al., 1985), la duración del contacto con el macho (Murtagh et al., 1984) y del estado nutricional de ambos (Rhind et al., 1991). Además, la respuesta en ovulación es similar entre hembras adultas y jóvenes, teniendo estas últimas una mayor tendencia a presentar ovulaciones silenciosas (Oldham et al., 1985).

II.5.2.3. Expresión del estímulo

En estudios realizados en borregos castrados se encontró que pierden la capacidad de provocar el “efecto macho”, debido a que su habilidad para estimular la actividad sexual en las hembras depende principalmente de los andrógenos (Pearce y Oldham, 1988; Perkins y Fitzgerald, 1994).

Es conocido que la lana y el vellón del macho, asimismo sus extractos, inducen respuestas características del efecto “macho” (Perkins y Fitzgerald, 1994), y que la producción de las glándulas sebáceas de la piel se estimulan en presencia de esteroides (Pearce y Oldham, 1988).

El papel de los andrógenos, en el grado de estimulación de la hembra dado por los machos ha quedado probado al demostrarse que las secreciones de los sementales con mayores niveles de testosterona desencadenan una respuesta mayor en las hembras (Pearce y Oldham, 1988; Perkins y Fitzgerald, 1994). Aunque las sustancias involucradas en el efecto macho no han sido identificadas, algunos ácidos grasos se han mencionado como responsables en la estimulación feromonal en el efecto macho (Over, 1992).

Sin embargo, no es posible considerar al “efecto macho” como el resultado exclusivo de la comunicación química, ya que la respuesta está afectada por otros factores. Se ha identificado un componente conductual en el fenómeno, ya que los machos que manifiestan una actividad sexual más intensa, logran mayores cantidades de hembras inducidas que aquellos con los mismos niveles de andrógenos pero con menor actividad (Pearce y Oldham, 1984; Perkins y Fitzgerald, 1994). En tales casos, la estimulación emitida tendría componentes visuales, auditivos y táctiles.

No se ha probado que la comunicación visual sea importante en la manifestación del fenómeno (Perkins y Fitzgerald, 1994). Algunos autores sugieren que parte de la respuesta obtenida en hembras que no pueden detectar al macho por medio del olfato (anósmicas), se debe al reconocimiento visual que hacen de la conformación típica del macho (Over, 1992; Chemineau, 1993).

Es posible que en la respuesta no mediada por información feromonal, se encuentre involucrado un proceso de aprendizaje, en donde la experiencia de las hembras para distinguir a los machos activos de los inactivos sea fundamental. Así aunque se ha demostrado que la estimulación feromonal es sumamente importante (Okamura y Mori, 2005), aunque es posible que otros factores que no han sido muy bien definidos se encuentran involucrados (Over, 1992).

II.5.2.4. Admisión del estímulo

Los medios que utilizan las hembras para detectar a los machos son variados y muy complejos. Durante algún tiempo se pensó que el “efecto macho” respondía a estímulos feromonales casi de manera exclusiva (Pearce y Oldham, 1988). Sin embargo, en la actualidad se ha probado la participación de otros sentidos en forma igualmente importante.

Actualmente, los esfuerzos por identificar las vías de estimulación en el “efecto macho” se han centrado en la comunicación feromonal, revisando la importancia de los sistemas olfatorios.

La información feromonal puede ejercer su efecto mediante dos vías olfativas claramente distintas entre sí:

a).- El sistema olfatorio principal (SOP), que recibe los estímulos sensoriales desde la mucosa olfatoria y se conecta con el resto del sistema nervioso central a través del bulbo olfatorio principal (Gordon, 1997) y,

b).- El sistema olfatorio accesorio (SOA), que recibe los estímulos del órgano vomeronasal (órgano de Jacobson) y conecta a otros centros del cerebro mediante el bulbo olfatorio accesorio (Rosa y Bryant, 2002).

En ambos sistemas existen vías desde los bulbos olfatorios hasta los centros del hipotálamo que controlan eventos relacionados con la reproducción (Rosa et al., 2003), particularmente los que regulan la secreción de LH (Rosa y Bryant, 2003), por lo que es de esperarse que las feromonas ejerzan su efecto mediante dichas conexiones.

En trabajos con cabras, grupos de investigadores (Oldham y Gray, 1984; Oldham et al., 1984), encontraron que la exposición olfativa de cabras anéstricas exclusivamente al vellón del macho cabrío es suficiente para inducir ovulaciones, aunque la respuesta es menor a la lograda con el contacto directo. La supresión del sentido del olfato (anosmia, eliminación del SOP), reduce en aproximadamente 50 % la ovulación en respuesta a la introducción del macho (Chemineau et al., 1993). La existencia de respuesta aún en las hembras anósmicas indica que la respuesta al “efecto macho” también está influenciada por factores diferentes a los feromonales y que existe una sustitución de las vías principales de percepción olfativa.

Por el contrario, en ovejas con bulbectomía olfatoria (eliminación tanto del SOP como del SOA), la introducción del macho provoca una respuesta similar en magnitud a la presentada en las hembras intactas (Cohen-Tannoudji et al., 1986), sugiriéndose una sustitución total de los mecanismos que las hembras utilizan para detectar al macho, recurriendo a sentidos diferentes del olfato. A pesar de lo anterior, otros trabajos han demostrado que con la sola exposición olfativa a la lana del carnero, se logra una respuesta superior a la observada en las hembras que no fueron expuestas, pero siempre menor a la observada en las hembras en contacto con el macho (Perkins y Fitzgerald, 1994).

La estimulación feromonal aislada pocas veces ha probado ser tan eficiente como el contacto total con el macho. Pearce y Oldham (1988) lograron provocar la ovulación en el total de las hembras expuestas a sustancias que contienen el olor característico del macho. Sin embargo, otros estudios no han encontrado los mismos resultados, por lo que se ha sugerido que el contacto físico y la conducta del macho son factores fundamentales que deben estar presentes para que la respuesta sea la máxima posible (Price et al., 1992; Resko et al., 1996).

La necesidad del contacto físico con el macho podría indicar que, al igual que sucede con cerdas, tiene la función de facilitar la transferencia de feromonas masculinas, aunque, como se ha dicho, el total de la respuesta difícilmente puede ser una consecuencia exclusiva de la estimulación feromonal (Pearce y Oldham, 1988). Así, la existencia de respuesta en hembras que no reciben información feromonal confirma la posible participación de sentidos como el tacto, la vista y el oído en la mediación del fenómeno.

II.5.2.5. Factores que alteran la respuesta

El intervalo entre la introducción de los machos y la primera ovulación, la expresión de signos estrales durante dicha ovulación y la frecuencia de ciclos cortos después de la inducción de ovulación constituyen valores sujetos a variación, por lo que el efecto macho no representa un fenómeno de “sí o no” y que las características de la respuesta están determinadas por la interacción de diferentes factores (Nugent et al., 1988b; Perkins y Fitzgerald, 1994; Rosa y Bryant, 2002). Algunos grupos de investigadores los clasifican en dos categorías: El complejo intensidad-duración del estímulo (Rosa et al., 2000, 2003) y la profundidad del anestro en las hembras (Chemineau, 1993; Martin et al., 1985).

II.5.2.5.1. Intensidad y persistencia del estímulo

La intensidad del estímulo dado por el macho, modifica la proporción de hembras que responde con ovulación (Rosa et al., 2000), ya que se considera que el estímulo adquiere mayor intensidad cuando se permite un grado de contacto más alto entre hembras y machos, lo que logra su máximo cuando existe contacto físico total (Chemineau, 1992; Rosa et al., 2003). Trabajos realizados en ovejas, han obtenido resultados de una respuesta total, sólo sí el contacto entre los sexos ocurre; el contacto físico con el macho permite un grado de estimulación mayor al que se logra con sólo su olor, contacto visual o auditivo (Pearce y Oldham, 1988).

Otro factor que puede alterar la intensidad del estímulo, es la proporción de machos en la población de las hembras, debido a que según Perkins y Fitzgerald (1994), el incremento en el número de machos, aumenta la tasa de ovulación, al favorecer la mayor cantidad de interacciones directas que una hembra puede experimentar con los sementales y que además, un mayor número de machos introducidos, incrementa las fuentes directas de feromonas y otros estímulos.

Considerando, que el estado nutricional o en su caso la condición corporal, es un factor importante en la determinación de la respuesta ovulatoria, se ha comprobado, que los machos alimentados con dietas de mejor calidad, manifiestan mayor capacidad para estimular la ovulación en hembras anéstricas Resko (1996) y está relacionado con la capacidad del macho para aumentar la intensidad del estímulo, manifestando una mayor actividad de cortejo y niveles superiores de testosterona cuando no existen carencias nutricionales (Perkins y Fitzgerald, 1994).

Cuando el macho es retirado sólo algunas horas después de que fue introducido, la ovulación se bloquea, lo cual indica que su presencia continua es el elemento que desencadena la presentación del pico preovulatorio de LH al mantener la secreción tónica de la gonadotropina con frecuencias elevadas (Rosa y Bryant, 2002) de entre 6 a 8 picos arriba de 2 ng/ml. Si el macho es retirado antes de la ovulación, la secreción pulsátil de LH reduce su frecuencia y los niveles de la gonadotropina se tornan basales (< 1 ng/ml), característicos del anestro estacional (Cohen y Signoret, 1987).

II.5.2.5.2. Profundidad del anestro

La eficiencia del efecto macho está relacionada, también con la profundidad del anestro en las hembras, de modo que cuando la introducción de los machos se realiza durante la época de anestro profundo, la primera ovulación se retrasa al compararla con la que se obtiene mediante la introducción de machos con hembras en anestro superficial (Cohen y Signoret, 1987). De igual forma, la profundidad del anestro modifica también la frecuencia de aparición de estros conductuales asociados a la primera ovulación, así como la presentación de ciclos cortos, de manera que mientras más profundo es el anestro, menor será la presentación de conducta estral y mayor la proporción de ciclos cortos (Chemineau, 1993; Rodríguez et al., 1997, 1998).

Según Rosa y Bryant (2002), en ovejas, la respuesta al efecto macho depende del período transcurrido desde el parto y la proporción de hembras ciclando espontáneamente en el rebaño; así aunque no se han notificado casos de falla total del efecto macho, cuando el anestro es demasiado profundo, no se alcanza su máxima eficiencia (O'Callaghan et al., 1994; Rosa et al., 2000; Rosa y Bryant, 2002). La profundidad del anestro puede explicar en parte la baja respuesta ovulatoria al efecto macho, tal situación no puede atribuirse exclusivamente a la capacidad reducida de respuesta de las hembras (Rosa y Bryant, 2002).

La condición reproductiva de los machos, podría tener mayor importancia al momento de explicar la respuesta reducida en la época de anestro, y es que Perkins y Fitzgerald (1994) encontraron que la falta de respuesta en el anestro es consecuencia de la inactividad sexual de los sementales y no de la incapacidad de las hembras para responder al estímulo.

Ello implica que el contar con machos sexualmente activos permitiría provocar el fenómeno en cualquier momento del año (Perkins y Fitzgerald, 1994).

II.5.2.6. Efecto del macho sobre la fertilidad y tasa de ovulación

La fertilidad en la primera ovulación inducida por el efecto macho es menor que en la segunda. Ello se puede explicar como una probable consecuencia de los ciclos cortos que generalmente siguen a la primera ovulación inducida (Rosa y Bryant, 2002), y se puede asumir que la falla lútea no permite el establecimiento de la gestación, lo que no sucede en la segunda ovulación. En esta última se logran fertilidades y tasas ovulatorias similares a las que se observan en las hembras que previamente se encontraban ciclando y encontraron que el contacto con el macho, mejora significativamente la tasa ovulatoria, siendo ésta mayor a la observada en ovulaciones espontáneas (Rosa et al., 2000; Rosa y Bryant, 2002).

Los ciclos estrales cortos asociados con un cuerpo lúteo anormal no se presentan de manera exclusiva al momento de la introducción del macho, sino que se puede presentar al inicio de la pubertad (Ugalde y García, 2002), en el inicio de la actividad cíclica seguida del anestro postparto (Notter, 1989) o cuando la ovulación es inducida con GnRH en ovejas con anestro estacional (Sweeney y Callaghan, 1996). Si bien, es conocido que en las ovejas que ovulan en respuesta al efecto macho (Rosa y Bryant, 2002; Ungerfeld et al., 2003) o con tratamientos de GnRH (Sweeney y Callaghan, 1996), y son previamente tratadas con progesterona, todos los cuerpos lúteos formados tienen una funcionalidad normal.

II.5.3. Efecto Hembra

Según Rosa y Bryant (2002), en ausencia del fotoperíodo, las hembras pueden utilizar información social para iniciar su actividad reproductiva en el momento apropiado del año, ello sucede aún en ausencia total del macho, lo que sugiere que la información proveniente de las hembras puede ser usada por sus compañeras para inducir y sincronizar su actividad sexual. Según Zarco et al. (1995) y Rosa y Bryant (2002), las hembras pueden usar señales provenientes de los machos; en ausencia de éstos, recurren a la información de otras hembras para ayudarse a coordinar sus eventos reproductivos con un ambiente físico y social apropiado.

En trabajos realizados por O'Callaghan et al. (1994), encontraron que el utilizar machos estimulados mediante el contacto previo con hembras en celo, mejora notablemente la respuesta obtenida si solamente se introdujera el macho en forma individual.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

III.1. Localización

La presente investigación se realizó en el campo Experimental de Zootecnia "Marín", de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en el Km.17.5 de la carretera Zuazua - Marín en el municipio de Marín, N.L., México, situado en las coordenadas geográficas 25° 56' latitud norte y 100° 03' longitud oeste, con una altura de 375 msnm (INEGI, 1986). El clima de la región es cálido seco, con una precipitación media anual de 573 mm y una temperatura media anual de 21.5° C, con extremos máximos de 45 °C en verano y -2 °C en invierno (García, 1988).

La vegetación es característica de matorral espinoso, predominando el mezquite (*Prosopis juliflora*), huizache (*Acacia farnesiana*), chaparro prieto (*Acacia rígida*), anacahuita (*Cardia boisieri*), y zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*) entre otros (INEGI, 1986). Las temperaturas y precipitaciones medias mensuales y anuales a través de los años que se analizaron, se presentan en las Figuras 4 y 5 respectivamente.

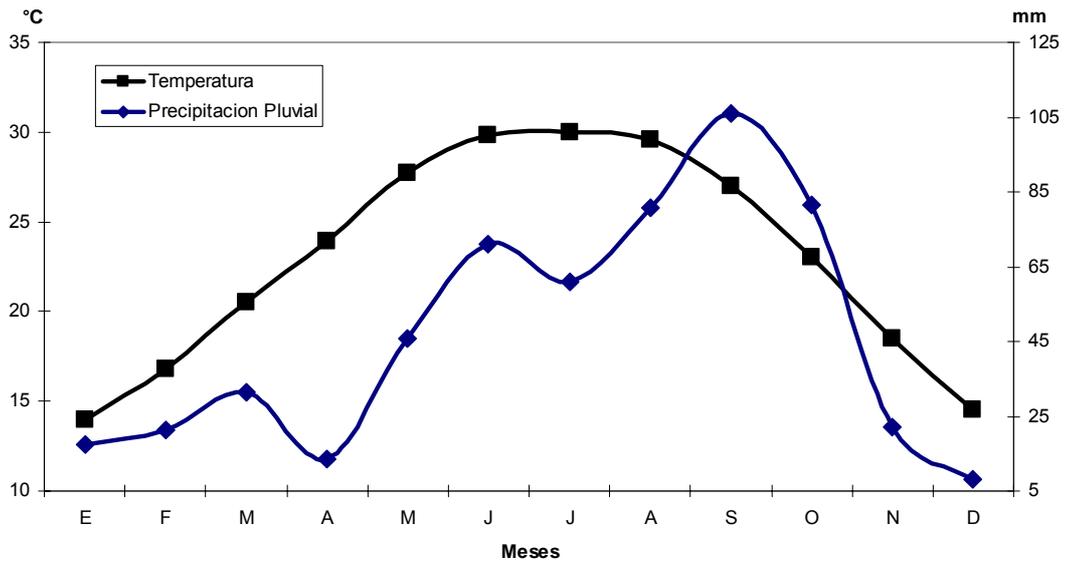


Figura 4.- Promedio mensual de temperatura y precipitación de 1992 al 2005 en el municipio de Marín, N.L., México.

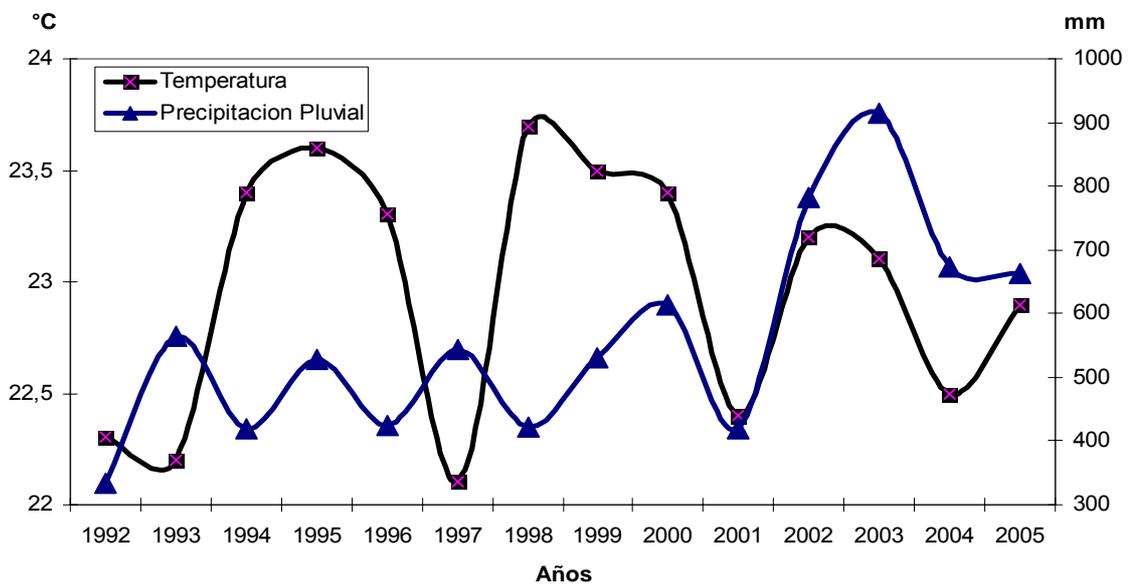


Figura 5.- Promedio anual de Temperatura y precipitación pluvial durante los años de estudio en el municipio de Marín, N.L, México.

III.2. Desarrollo de la investigación

El presente trabajo se dividió en 4 etapas, para caracterizar aspectos productivos y reproductivos del rebaño ovino de la raza Saint Croix.

En primer lugar, se evaluó el efecto de diferentes factores ambientales sobre los pesos al nacer y al destete de los corderos. Después se analizaron la frecuencia del tipo de parto (prolificidad) y los factores que pudieran afectar la presencia de partos sencillos, dobles y triples. Posteriormente, se determinó el efecto del medio ambiente sobre los días al celo posterior a la introducción del macho. Finalmente se evaluó durante dos años la respuesta reproductiva de la introducción del macho al hato en diferentes etapas productivas

III.2.1. Factores ambientales que influyen sobre la tasa productiva en ovejas de pelo Saint Croix

III.2.1.1. Base de datos y caracterización del rebaño ovino

Para esta etapa, se utilizaron los registros de 1887 nacimientos entre el período de 1992 al 2005 de la raza de pelo "Saint Croix". En los años de 1992 y 1993, se tenía solamente un parto por año y los empadres se realizaban durante los meses de agosto y septiembre. A partir de 1994, se cambió la estrategia reproductiva, programando tres partos cada dos años, realizando los empadres preferentemente en los meses de febrero, junio y octubre de cada año, teniendo una duración cada empadre de 35 días.

Las montas se llevaron a cabo en corral con sementales con fertilidad probada. Se consideró una relación de 25 hembras por semental; a cada hembra se le practicaron dos montas con el semental asignado. Las hembras salían a pastorear de las 7:45 a las 14:30 hrs en potreros de zacate Buffel.

Durante los meses críticos (junio, julio y agosto) de escasez de forraje y etapas fisiológicas críticas (empadre, último mes de gestación y durante la lactancia), las ovejas se suplementaron con un concentrado, que contenía un 14% de proteína cruda y 2.5 Mcal de EM.kg⁻¹ de alimento, propuesto por Gutiérrez y Landa (1993). También, recibieron un suplemento mineral a libre acceso con 8.5 % de fósforo y 15 % de calcio.

Los corderos se destetaron en promedio a los dos meses de edad. Para este trabajo los pesos fueron ajustados en base a una edad de 60 días por medio de la siguiente fórmula (De la Cruz, 2000):

$$\text{Peso ajustado a 60 días} = [(\text{Peso Destete} - \text{Peso Nacer}) / \text{Edad al destete} \times 60 \text{ días}] + \text{Peso al Nacer}$$

Una vez destetados los corderos, las hembras se exponían a los sementales para volver a iniciar otro ciclo reproductivo. El manejo sanitario, consistió en una desparasitación interna con Closantel (5 ml/animal), además de una dosis de 3 ml de vitaminas, conteniendo 1;500,000 U.I. de vitamina A; 300,000 U.I. de vitamina D, y 150 U. I. de vitamina E por animal, con una frecuencia de cada 6 meses.

III.2.1.2. Diseño estadístico

Para explicar la variación del peso al nacer (PN) y al destete (PD), se utilizó el siguiente modelo lineal, mismo que fue analizado mediante el Software SPSS (Statistical Package for Social Sciences Windows versión 12.0) (Camacho, 2005).

$$Y_{ijklm} = \mu + A_i + E_j + P_k + TP_l + S_m + (A \times E)_{ij} + (A \times TP)_{il} + (E \times P)_{jk} + (TP \times S)_{lm} + e_{ijklm}$$

Donde:

Y_{ijklm} = valor de PN, PD para cada nacimiento,

μ = media poblacional,

A_i = efecto del i-ésimo año de parto (1992,.....2005),

E_j = efecto de j-ésima época de parto (primavera, verano, otoño, invierno),

P_k = efecto de la k-ésima paridad (1,2,3,4,5,6),

TP_l = efecto del l-ésimo tipo de parto (sencillo, doble, triple),

S_m = efecto del m-ésimo sexo (macho, hembra)

e_{ijklm} = error aleatorio

El tipo de parto (TP), se analizó por medio de tablas de contingencia; se realizaron pruebas de Ji-cuadrada para probar la hipótesis de independencia entre la variable dentro de una misma tabla.

III.2.2. Efecto del medio ambiente sobre el intervalo: introducción del macho - celo

III.2.2.1. Base de datos y procedimiento del trabajo

Se analizaron 874 montas de ovejas Saint Croix, correspondientes a nueve años de empadres que se realizaron en el rebaño ovino perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. El ritmo reproductivo en el rebaño de ovejas se programó para obtener tres partos cada dos años.

Para ello, se llevaron a cabo empadres para diferentes grupos de ovejas de acuerdo al esquema mostrado en el Cuadro 1 en las cuatro épocas del año. Para la detección del estro, se incorporaron machos receladores con pene desviado. Los servicios se efectuaron por medio de montas dirigidas dos veces al día. Para ello, la hembra en celo fue apartada con el semental correspondiente y se observó que al menos se llevara a cabo dos montas bien hechas.

Previo al inicio de la época de empadre, se realizaron evaluaciones de semen a los moruecos para eliminar los no aptos para la reproducción. El período de empadre duró 35 días a partir de la fecha de introducción del macho al rebaño. Con las fechas de presentación del celo, se pudo calcular el intervalo introducción del macho – presencia del celo. El manejo rutinario del rebaño consistió en pastoreo durante el día en los agostaderos abiertos de la Facultad de Agronomía UANL, donde predomina el zacate Buffel (*Cenchrus ciliaris*), así como cobertura vegetal de matorral crusófilo espinoso, con abundancia de chaparro prieto (*Acacia rigidula*), huizache (*Acacia farnesiana*),

anacahuita (*Cordia boisieri*), mezquite (*Prosopis juliflora*) y granjeno (*Celtis palida*). En el corral durante la tarde, las ovejas recibieron una suplementación mineral a libre acceso con sales que contenían 8% de Fósforo y 15 % de Calcio, además de los micro-nutrientes que requiere esta especie.

En épocas críticas y a las borregas lactantes se les ofreció concentrado a base de granos y harina de soya, con 14 % de proteína cruda y 2.5 Mcal de EM por kg de alimento, a razón de 400 g/animal/día.

Cuadro 1.-Clasificación estacional de los empadres, de acuerdo al mes de realización, y programación de los respectivos partos y destetes en ovejas de pelo Saint Croix, pertenecientes a la Facultad de Agronomía de la UANL.

Empadres			
Época	Meses	Partos	Destetes
Primavera	Marzo-Mayo	Agosto-October	October-Diciembre
Verano	Junio-Agosto	Noviembre-Enero	Enero-Marzo
Otoño	Septiembre-Noviembre	Febrero-Abril	Abril-Junio
Invierno	Diciembre-Febrero	Mayo-Julio	Julio-Septiembre

III.2.2.2. Diseño estadístico

El Intervalo introducción del macho-primer celo (IMC) fue evaluado en relación a las características del empadre, la precipitación pluvial total que se registró un mes antes y durante el empadre, época del año, número y tipo de parto inmediato anterior, así como tomando en cuenta el efecto del semental, como fuentes de variación.

Para explicar la variación del IMC, se utilizó un modelo lineal, mismo que fue analizado a través del Software SPSS (Statistical Package for Social Sciences Windows, versión 12) (Camacho, 2005). Los valores del IMC, fueron transformados a su raíz cuadrada tal y como es recomendado para variables discretas (Snedecor y Cochran 1980). La comparación de medias, se realizó por medio de la diferencia mínima significativa (DMS) con número desigual de observaciones.

$$Y_{ijklm} = \mu + PP_i + E_j + N_k + TP_l + S_m + (E \times PP)_{ij} + (E \times S)_{jm} + e_{ijklm}$$

Y_{ijklm} = valor de cada uno de los intervalos de introducción del macho - celo a evaluar,

μ = media poblacional,

PP_i = efecto del i -ésimo grupo de precipitación pluvial total (1= 0-99 mm; 2= 100-199 mm; 200-460 mm),

E_j = efecto de la j -ésima época de empadre (1 = primavera, 2 = verano, 3 = otoño y 4 = invierno),

N_k = efecto de la k -ésima parición (primerizas 1, 2, 3, y ≥ 4),

TP_l = efecto del l -ésimo tipo de parto (sencillo, doble),

S_m = efecto individual del m -ésimo semental (1,14),

$(E \times PP)_{ij}$ = efecto de la interacción de la época de empadre con la precipitación pluvial registrada.

$(E \times S)_{jm}$ = efecto de la interacción de la época de empadre con el efecto individual del semental

e_{ijklm} = error aleatorio

Los valores del IMC, fueron transformados a su raíz cuadrada tal y como es recomendado para variables discretas (Snedecor y Cochran 1980). La comparación de medias, se realizó por medio de la diferencia mínima significativa (DMS) con número desigual de observaciones.

III.2.3. Evaluación de la introducción del macho en diferentes etapas productivas, años y épocas, sobre el intervalo parto-celo, intervalo parto-fase luteal e intervalo fase luteal -celo.

III.2.3.1. Caracterización y manejo de los animales

Este trabajo se inició en la época de pariciones y de empadres el 9 de octubre de 1996 abarcando hasta el 24 de agosto de 1998. Se utilizaron 75 borregas multíparas divididas aleatoriamente en tres grupos de acuerdo al período de exposición al morueco. Los grupos fueron:

Grupo I: 25 vientres expuestos al morueco inmediatamente después del parto

Grupo II: 25 vientres expuestos al morueco inmediatamente después del destete

Grupo III: 25 vientres expuestos al morueco permanentemente.

Diariamente las ovejas de los tres tratamientos pastoreaban juntas de las 8:00 a las 17:00 hs en los potreros de la Facultad de Agronomía UANL. Al regresar del pastoreo, los animales de cada tratamiento se separaban en su respectivo corral.

Antes de realizar los empadres se detectaban los celos por medio de moruecos de aproximadamente 12 meses edad, a los cuales se les había desviado el pene aproximadamente a los 5 meses de edad.

Se realizaron dos observaciones diarias de estros, las ovejas que presentaban síntomas externos de estro se les proporcionaba la monta con el morueco correspondiente. Después del servicio las hembras, permanecían en un corral aparte por cuatro días, para que los machos se dedicaran a identificar más hembras en estro. Los períodos de empadre estuvieron distribuidos en los meses de enero, mayo y septiembre.

El manejo sanitario consistió en una desparasitación interna con Closantel (5 ml / animal), y dosis de 3 ml de vitaminas, conteniendo 1;500,000 U.I. de vitamina A; 300,000 U.I. de vitamina D y 150 U.I. vitamina E por animal cada 6 meses. Las ovejas recibieron una suplementación mineral a libre acceso con sales que contenían 8% de fósforo y 15 % de calcio, además de los micro-nutrientes que requiere esta especie. El concentrado con 14 % de proteína cruda y 2.5 Mcal de EM por kg de alimento, se proporcionó a razón de 400 g/animal/día.

Los corderos se destetaron dos meses después del parto y al mes siguiente se iniciaba el empadre, correspondiente a la época del año. Para ello, los machos receladores provistos con un marcador de pintura, se introdujeron al rebaño para que señalaran a la oveja en estro; a la que se le daría servicio con el semental correspondiente. A cada hembra se le dieron dos montas.

La época de empadre duró 35 días, para darles oportunidad a las ovejas a que eventualmente presentarán estro en dos ocasiones.

III.2.3.2. Determinación de concentraciones hormonales

III.2.3.2.1. Recolección de sueros

Se inició la recolección de muestras sanguíneas a partir de los 20 días posparto para cada oveja de cada uno de los tres tratamientos. El muestreo se realizó cada siete días utilizando tubos vacutainer de 7 ml., y agujas de 0.8 x 38 mm. La muestra de sangre se tomó de la vena yugular de la oveja.

Posteriormente se realizó la extracción del suero en una centrífuga a 3500 rpm. Una vez extraído el suero, se colocó en viales de 1.5 ml y se realizó la identificación de la muestra con la fecha y número de la oveja. Enseguida se congelaron a -20° C para su posterior análisis. El muestreo de cada oveja se dió por terminado cuando está presentó síntomas externos y francos de estro. El muestreo se realizó de octubre de 1996 a mayo de 1998.

III.2.3.2.2. Determinación de Progesterona

Las muestras de suero fueron analizadas para determinar los niveles de progesterona por medio de la técnica de radioinmunoensayo (RIA), utilizando un kit de fase sólida (Coat A-Count del Laboratorio Diagnostic Products Corporation, Los Angeles California, EEUU) en el Laboratorio de Endocrinología de la New Mexico State University, en Las Cruces, New Mexico, USA. La sensibilidad del método fue de 0.02 ng/ml (0.06 nmol/l), y el coeficiente de variación intra ensayo fue de 5.29 %. La actividad luteal fue definida como la presencia de concentraciones de progesterona superiores a 1 ng mL⁻¹ en (dos) tres o más muestras consecutivas de suero.

III.2.3.3. Diseño estadístico

Para explicar la variación de los siguientes parámetros reproductivos: intervalo parto – celo (IPC), intervalo parto – fase lútea (IPFL), e intervalo fase lútea –celo (IFLC), se utilizó el siguiente modelo lineal reducido, mismo que fue analizado mediante el Software SPSS (Statistical Package for Social Sciences Windows versión 12.0). (Camacho, 2005)

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + E_j + M_k + e_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = valor de cada uno de los parámetros reproductivos a evaluar,

μ = media poblacional,

A_i = efecto del i-ésimo año de introducción del macho (1996,....1998),

E_j = efecto de la j-ésima época de empadre (1 = primavera, 2 = verano, 3 = otoño, 4 = invierno),

M_k = efecto del k-ésimo período de contacto del morueco (1 = inmediatamente después del destete. 2 = después del parto, 3 = permanentemente),

e_{ijkl} = error aleatorio

Los valores del IMC, IPC, IPFL, IFLC fueron transformados a raíz cuadrada, según lo recomendado por Snedecor y Cochran (1980) para variables discretas. Una vez calculadas las variables, se elevaron al cuadrado para poder comparar las medias de cada una de las variables dependientes. La comparación de medias, se realizó por medio de la diferencia mínima significativa (DMS) con número desigual de observaciones.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

IV.1. Peso al nacer y al destete

IV.1.1. Interacción del año con la época de nacimiento

En el Cuadro 2 se muestran los resultados del análisis de varianza para el peso al nacer (PN) y peso al destete (PD). El Cuadro 1a del Apéndice contiene los cuadrados medios en las diferentes épocas del año desde 1992 hasta 2005. La interacción del año con la época de nacimiento tuvo un efecto significativo ($P < 0.01$) tanto para PN como PD. Es decir, en esta región, las épocas de sequía y de lluvias se presentan con variaciones a través de los años. De un año a otro, se pueden modificar las épocas de lluvias, influyendo sobre la presentación de partos, así como el PN y/o en su caso en el PD de las crías.

Estos resultados concuerdan con los reportados por Rajab et al. (1992), quienes determinaron el efecto de factores ambientales en tres razas de pelo, (Somali, Morada Nova y Santa Inés), y encontraron, que entre ellas, hubo diferencias en PN y PD a través de los años y entre estaciones, los cuales estarían en función de la variación en la disponibilidad de nutrientes.

Para ambas características, PN y PD, hubo años que no tuvieron diferencias entre estaciones. Por ejemplo, para el PN no hubo diferencias en cuanto a la época de nacimiento dentro de los años 1996, 1999, 2001 y 2002. Para el caso del PD, se tuvieron más años en los que no hubo diferencias entre las épocas de nacimientos (1992, 1995, 1996, 1997, 2000, 2001, 2004 y 2005).

Cuadro 2.- Análisis de varianza para el peso al nacer (PN) y peso al destete (PD) en corderos de pelo de la raza Saint Croix del rebaño perteneciente a la Facultad de Agronomía de la UANL.

Fuente de variación:	G.L.	Peso al nacer (PN)	Peso al destete
		C.M.	aj. a 60 días (PD) C.M.
Tipo de parto (TP)	2	30.70**	86.80**
Año nacimiento (A)	13	1.63**	36.45**
Época de nacimiento(E)	3	0.531 ^{ns}	16.73*
Número parto (P)	5	1.00*	5.14 ^{ns}
Sexo (S)	1	1.94*	3.17 ^{ns}
A × E	29	1.14**	30.31*
TP × A	25	0.88**	17.97**
P × E	15	0.54 ^{ns}	6.89 ^{ns}
TP × S	2	0.05 ^{ns}	5.44 ^{ns}
Error	1791	0.34	6.78
Total	1887		

** = P < 0.01; * = P < 0.05; ns = no significativo

En PN fue similar para los corderos nacidos en las diferentes épocas del año (Cuadro 2 y 3). Para PD, se observó una tendencia a que la mejor época de partos fue la primavera (Cuadro 3). Sin embargo, los resultados de PN y PD fueron también aceptables en las otras épocas del año (Cuadro 3). En parte esto se debió a que las ovejas fueron suplementadas con concentrados que contenían un 14 % de proteína cruda. Resultados positivos también fueron obtenidos al suplementar un concentrado con 16 % de proteína cruda (Godfrey y Dodson, 2003).

El mayor PD en la época de primavera, puede ser un indicador que durante los meses de febrero y marzo, que corresponden al final del invierno e inicio de la primavera, las ovejas lactantes disponen de alimentos con una mayor cantidad de nutrientes que les permite incrementar la producción de leche. Resultados similares a los del presente trabajo fueron publicados por Wildeus, (1992b), Garduño et al., (2001); Garduño et al., (2002) y Dickson et al., (2004).

Dickson et al. (2004), Solomon et al. (2006) y Gbangboche et al. (2006), encontraron mayores diferencias de PN y PD, en la época de verano, en hembras primíparas (15%) y en las ovejas de más de un parto (9%) comparados con las otras épocas del año. La determinación del efecto del año y época de nacimiento, como fuentes de variación en los programas de mejora genética ha sido discutido ampliamente (Godfrey y Collins, 1999; Garduño et al., 2002; Godfrey y Weis, 2005; Velimir et al., 2005; Gbangboche et al., 2006).

Estos autores mencionan, que cuando el PN y PD presentan variaciones estacionales significativas, es necesario considerarlas en las evaluaciones genéticas, con el fin de que las ovejas que tienen su parto en años y épocas con limitada disponibilidad de forraje, se comparen en forma equitativa con aquellas que hayan parido en años y épocas favorables de alta precipitación pluvial y temperatura ambiental y por lo tanto con mayor cobertura vegetal.

Sin embargo, en latitudes cercanas al Ecuador, donde la disponibilidad de forraje no es limitante, los PN Y PD pueden presentar variaciones significativas, como lo reportan Wildeus et al. (1991, 1992a) y Godfrey (2005), quienes trabajaron con ovejas de la raza Saint Croix, criadas en las Islas Vírgenes de los Estados Unidos de Norteamérica.

Cuadro 3.- Pesos Promedios al nacer y al destete en las diferentes épocas de nacimiento y tipo de parto en crías de ovejas de pelo Saint Croix del rebaño ovino perteneciente a la FAUANL.

	Número observaciones	Peso Nacer (kg)	Peso Destete (kg)
Época de nacimiento			
Primavera	324	3.07	12.70 ^a
Verano	339	3.60	11.93 ^b
Otoño	326	3.17	12.11 ^b
Invierno	898	3.15	12.00 ^b
Tipo Parto:			
Sencillo	727	3.47 ^a	12.73 ^a
Doble	1055	3.07 ^b	12.09 ^b
Triple	105	2.82 ^c	11.75 ^b

a, b, c medias con diferente superíndice en la columna, son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$); ns = no significativo;

IV.1.2 Interacción del año con el tipo de parto

La interacción año de nacimiento con tipo de parto fue significativa ($P < 0.01$) para el peso al nacer y al destete, encontrándose que las crías nacidas a partir del año 2000, tuvieron mayores PN y PD, sin fuertes variaciones para esta última variable (ver Cuadro 2, y Cuadro 2a del Apéndice). En el presente trabajo los corderos nacidos de parto sencillo tuvieron PN de entre 2.8 y 3.6 kg, los de partos dobles pesaron entre 2.88 y 3.4 kg y los corderos nacidos de partos triples pesaron desde 2.07 hasta 2.19 kg.

El PD varió entre 11.8 y 12.7 kg para los corderos provenientes de parto sencillo. Para corderos de partos dobles el peso al destete fue de 8.94 a 14.46 kg y para las crías provenientes de partos triples, el peso al destete varió de 9.73 a 13.96 kg (Cuadro 3 y Cuadro 2a del Apéndice). Garduño et al. (2002), reportaron para ovejas de pelo Blackbelly, PN de 3.1 kg para crías de parto sencillo, 2.8 kg crías de parto doble y 2.5 kg para crías de partos triples. Para PD a los 60 días, se encontraron valores de 14.1 kg para partos sencillos y 13.3 kg para partos dobles.

Godfrey (2005) en la raza Saint Croix, encontró valores de PN de 3.1, 2.7 y 2.5 kg para crías de partos sencillo, dobles y triples, respectivamente. El PD fue del orden de 12.2 kg para parto sencillo, 11.3 kg corderos de parto doble y 10.1 kg para crías de parto triples. Garduño et al (2002), Nawaz y Khalil (1998), y Godfrey (2005), mencionan que conforme se incrementa el número de crías por parto, se da una mayor competencia por el espacio uterino y nutrientes y esto a su vez repercute en los PN y posteriormente en los PD. Esto fue confirmado por Dodson et al. (2005), quienes encontraron resultados similares a los del presente estudio para animales puros de la raza Saint Croix.

Además, estos autores determinaron que al hacer cruizas terminales con razas cárnicas, como la Dorper, se logra incrementar en un 9 % el peso al nacer y en un 7 % el peso al destete (Dodson, et al., 2005). Los resultados obtenidos permiten establecer como peso óptimo al nacer para corderos de la raza Saint Croix 2.5 a 3.2 kg, para evitar pérdidas de animales por bajo PN (Wildeus et al., 1991; Godfrey y Dodson, 2003; Godfrey, 2005; Wildeus, 2005).

Godfrey y Dodson (2003) mencionan la importancia de suplementar a las ovejas en el último mes de gestación, con concentrados que contengan un 16 % de proteína cruda, para lograr incrementar el PN y PD entre 10 y 11 % respectivamente. En programas intensivos de reproducción controlada, con monitoreo y confirmación de partos múltiples a través de ultrasonografía a tiempo real, se encontró que en las hembras gestantes que habían recibido suplementación al nivel de 2 a 2.5 % de su peso vivo, los porcentajes de mortalidad al nacimiento y al destete fueron de 0 % (Godfrey y Dodson, 2003; Godfrey, 2005; Ocak et al., 2006).

IV.1.3. Efecto del número de parto

El número de parto de la oveja, tuvo un efecto significativo sobre el PN, más no sobre el PD de las crías (Cuadro 2 y 2a del Apéndice), encontrándose además, que el PN de crías para las ovejas de entre el segundo (3.144 kg), y el quinto parto (3.149 kg), fueron superiores a las crías del primero (3.008 kg) y del sexto parto (3.091 kg, Cuadro 4).

Estos resultados difieren de los publicados por Godfrey (2005) y por Macedo y Hummel (2006), quienes encontraron valores de PN inferiores hasta en un 11 % a los del presente estudio, y determinaron que el número de parto no afectó el PN, en ovejas Saint Croix y Pelibuey en las Islas Vírgenes, Estados Unidos ni del Estado de Colima, México.

Cuadro 4.- Cuadrados medios del efecto del sexo de las crías y número de parto sobre el peso al nacer y al destete de crías de ovejas de pelo Saint Croix, del hato ovino perteneciente a la FAUANL.

Fuente de variación	Número de observaciones	Peso al nacer (kg)		Peso al destete (kg)	
		CM	E.E.	CM	E.E.
Sexo:					
Hembra	965	3.071 ^a	0.039	12.130	0.174
Macho	922	3.178 ^b	0.035	12.275	0.157
Número de parto:					
1	699	3.008 ^b	0.039	12.019 ^{ns}	0.175
2	404	3.144 ^a	0.045	12.143 ^{ns}	0.199
3	299	3.186 ^a	0.045	12.422 ^{ns}	0.201
4	201	3.168 ^a	0.055	12.331 ^{ns}	0.243
5	149	3.149 ^a	0.060	12.101 ^{ns}	0.267
≥ 6	135	3.091 ^{ab}	0.064	12.198 ^{ns}	0.287

a, b, medias con diferente superíndice en la columna, son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$); ns = no significativo; E.E. = error estándar; CM = cuadrados medios

El efecto del número de parto sobre el PN y PD, descrito en el presente trabajo fue similar al de los descritos por Rajab et al., (1992) y Fernandes et al., (2001) en las razas Somali, Morada Nova y Santa Inés, así como en las razas West African (Dickson et al., 2004) y Pelibuey y Blackbelly (Pérez et al., 2005). De acuerdo a los autores citados, las diferencias en el PN de las crías de partos subsiguientes de la oveja, se deben a que en hembras de primer parto, durante la gestación, los fetos deben competir por los nutrientes que la oveja destina para el desarrollo de la glándula mamaria (Rajab et al., 1992; Galina et al., 1996; Godfrey y Dodson,

2003). Aunado a lo anterior, Fernandes et al. (2001) y Dickson et al. (2004) encontraron que conforme el peso de la oveja al parto se incrementaba de acuerdo al número de parto, el PN de los corderos también se incrementaba en un rango de 16 a 18 % en razas de pelo Morada Nova y West African.

IV.1.4. Efecto del sexo de la cría sobre el peso al nacer

El PN de las crías fue de 3.178 kg para los corderos machos y de 3.071 para las hembras ($P < 0.05$). El sexo de las crías, tuvo un efecto significativo ($P < 0.05$) solamente sobre el PN (Cuadros 2 y 4). Dickson et al. (2004), también reportaron que los corderos machos alcanzaron mayor PN ($P < 0.05$) (2.73 kg) en comparación a las hembras (2.59 kg). Estas diferencias de peso al nacer son atribuidas a diversas funciones fisiológicas, principalmente de naturaleza hormonal (Garduño et al., 2002; Godfrey y Dodson, 2003; Dickson et al., 2004; Godfrey, 2005; Gbangboche et al., 2006).

IV.2. Tipo de parto

IV.2.1 Efecto del año sobre la proporción de partos sencillos, dobles y triples

En el presente trabajo en promedio de los años estudiados se registraron 38.5 % de partos sencillos, 55.9 % de partos dobles y 5.6% de partos triples (Cuadro 5). Gbangboche et al. (2006), para la raza Blackbelly, encontraron valores de 48.8 % de partos sencillos, 40.8 y 8.8 % de partos dobles y triples, respectivamente.

Cuadro 5.- Efecto del año de nacimiento sobre el tipo de parto en ovejas de pelo Saint Croix pertenecientes a la FAUANL.

Año	n	Tipo de parto (%)		
		Sencillos	Dobles	Triples
1992	159	29.60	62.30	8.20
1993	249	38.20	56.20	5.60
1994	206	40.30	54.40	5.30
1995	97	43.30	51.50	5.20
1996	126	31.70	58.70	9.50
1997	77	39.00	57.10	3.90
1998	145	29.70	66.20	4.10
1999	126	40.50	54.80	4.80
2000	98	35.70	57.10	7.10
2001	55	45.50	54.50	--
2002	97	33.00	63.70	3.30
2003	143	47.60	49.70	2.80
2004	154	38.30	55.80	5.80
2005	161	49.10	43.50	7.50
Total	1887	38.50	55.90	5.60

Los resultados del presente trabajo, también fueron superiores a los reportados en ovejas Pelibuey blanco, canelo y Black belly, con un 44.3 % de partos dobles y 51 % de partos sencillos (Garduño et al., 2001).

En el Cuadro 5, se pueden observar los resultados del efecto del año de parto sobre el tipo de parto. En los años 1992, 1998 y 2002, se presentaron más del 60 % de partos dobles. Los valores más bajos, se encontraron en los años 2003 y 2005, con un 49.7 y un 43.5 % respectivamente. De acuerdo a lo reportado por Solomon et al. (2006), para la raza Blackbelly y su cruce con Pelibuey, en años lluviosos se alcanza a elevar la proporción de partos múltiples de ovejas hasta en un 11 % en comparación con años secos. Sin embargo, cuando las variaciones entre años no son muy marcadas desde el punto de vista de precipitaciones pluviales y consiguiente disponibilidad de nutrientes, el incremento de partos múltiples se debe a estrategias adecuadas de mejoramiento genético (Godfrey, 2005).

Estos resultados de proporción de partos múltiples, pueden ser mejorados, cuando se realizan cruzamientos de ovejas de razas prolíficas con ovejas comerciales. Por ejemplo, Solomon et al. (2006) lograron incrementar el porcentaje de partos múltiples de un 31 % a un 51 %, cuando utilizaron hembras provenientes de un cruzamiento simple F1 de las razas Black Belly y Pelibuey.

IV.2.2. Efecto del número de parto sobre indicadores reproductivos en ovejas de pelo

El número de parto de la oveja tuvo un efecto ($P < 0.01$) sobre la proporción de partos sencillos, dobles y triples, de tal forma que a mayor número de parto, se incrementa la proporción de dobles (Cuadro 6).

Cuadro 6.- Proporción de partos sencillos y múltiples en el hato de ovejas de pelo Saint Croix, perteneciente a la FAUANL, de acuerdo al número de parto de la madre.

Número Parto	n	Tipo de parto (%)		
		Sencillo	Dobles	Triples
1	699	50.9 ^e	44.9 ^a	4.1 ^b
2	404	37.9 ^d	56.4 ^b	5.7 ^b
3	299	34.1 ^c	59.5 ^b	6.4 ^c
4	201	28.4 ^b	68.7 ^{cd}	3.0 ^a
5	149	20.1 ^a	71.1 ^d	8.7 ^d
6	135	21.5 ^a	67.4 ^c	11.1 ^e
Total	1887	38.5 ^d	55.9 ^b	5.6 ^b

a, b, c, d, e, medias con diferente superíndice en la columna, son estadísticamente diferentes (P < 0.05)

Los resultados del presente trabajo son superiores a los reportados por Solomon et al. (2006), quienes en ovejas primerizas de la cruce Blackbelly con Pelibuey registraron 28.6 % de partos dobles, mientras que en ovejas de 3 a 5 años, obtuvieron 53.9 % de partos dobles. En el presente trabajo, se registraron 50.9 % de partos sencillos y 44.9 % dobles para el primer parto, mostrando hasta el quinto parto un incremento de partos dobles hasta 71,1 % y una disminución de partos sencillos hasta 21.5 %. En ovejas de la raza de pelo Horro de Etiopia se registraron 24 % de partos dobles en hembras de primer parto, y su número aumentó hasta el 43 % en hembras de quinto parto (Abegaz et al., 2002).

Para el caso de partos triples, hubo entre 3 y 6.4 % de dos crías entre el primero y el cuarto partos, pero su frecuencia se incrementó en el quinto y sexto parto hasta 8.7 % y 11.1 % respectivamente. Estos resultados son diferentes a los de Godfrey (2005), quien encontró en ovejas Saint Croix un 12 % de partos triples a partir del tercer parto. En la raza Blackbelly, se registró un 4.77 % de partos triples en el primer parto, incrementándose hasta un 9.25 % en hembras de 4 y 5 años de edad, que corresponden a hembras de quinto y sexto parto respectivamente (Solomon et al., 2006).

IV.2.3 Efecto del semental sobre la prolificidad de las hembras

Hubo diferencias ($P < 0.01$) entre los sementales que se utilizaron y evaluaron a través de los años (Cuadro 7). Las hembras que fueron cubiertas con los Sementales 8, 11, 12, 15 y 16 presentaron los mayores porcentajes de partos dobles (60.5 – 83.3 %). Estos machos fueron los que se utilizaron al inicio de la formación de este rebaño.

Por lo anterior, en los programas de selección en base a fertilidad, uno de los parámetros a predecir es el mérito genético de partos múltiples para cada uno de los sementales que se utilicen. Esto se estima a través de una metodología estadística denominada BLUP (Mejores Predictores Lineales Insesgados) tal y como lo propusieron Gatenbay et al., (1997), Said et al., (1999), Abegaz et al., (2002), Mahieu et al., (2004), ya que según Bunge et al. (1993), existen diferencias significativas entre razas de lana y pelo hasta en un 10 % en fertilidad a favor de estas últimas.

Cuadro 7.- Frecuencia (%) del tipo de parto en el hato de ovejas de pelo Saint Croix, pertenecientes a la FAUANL, en relación con el semental utilizado

Número del semental	Total de servicios	% partos		
		Sencillos	Dobles	Triples
4	61	60.7	29.5	9.8
14	14	64.3	35.7	0.0
10	40	55.0	45.0	0.0
17	30	43.3	46.7	10.0
13	77	45.5	50.6	3.9
9	159	37.1	51.6	11.3
20	43	46.5	53.5	0.0
1	289	41.2	54.3	4.5
5	223	41.7	55.6	2.7
18	45	44.4	55.6	0.0
19	81	34.6	56.8	8.6
2	14	42.9	57.1	0.0
7	14	21.4	57.1	21.4
3	82	37.8	58.5	3.7
6	92	33.7	58.7	7.6
0	22	27.3	59.1	13.6
11	210	33.8	60.5	5.7
8	310	32.6	60.6	6.8
16	36	30.6	69.4	0.0
15	33	30.3	69.7	0.0
12	12	16.7	83.3	0.0

El progreso genético a través de la selección de sementales dentro de una misma raza, para obtener una mayor proporción de partos dobles, es lento, debido a valores bajos de heredabilidad ($h^2 = 0.08-0.15$) para este tipo de características

reproductivas (Said et al., 1999; Abegaz et al., 2002). Sin embargo, los animales genéticamente sobresalientes pueden inducir un incremento de la eficiencia productiva de los rebaños (Notter, 1981; González et al., 2003). Para este rebaño en particular, se realizan normalmente los empadres controlados con montas dirigidas, por lo que la competencia entre los sementales se elimina y los valores de partos dobles obtenidos de acuerdo al semental, son más confiables.

IV.2.4. Efecto de la época de parto sobre características reproductivas

La época de parto, tuvo un efecto significativo ($P < 0.01$) sobre el porcentaje de partos múltiples, presentándose los valores más elevados a finales de invierno y principios de primavera (Cuadro 8).

Cuadro 8.- Efecto de la época de parto sobre la frecuencia (%) de partos sencillos y múltiples en ovejas de pelo Saint Croix, perteneciente al rebaño ovino de la FAUANL.

Época del año	Total Partos	Tipo de parto (%)		
		Sencillos	Dobles	Triples
Primavera	324	45.4 ^b	50.6 ^b	4.0 ^a
Verano	339	45.4 ^b	49.9 ^{ab}	4.7 ^{ab}
Otoño	326	48.8 ^b	46.0 ^a	5.2 ^b
Invierno	898	29.7 ^a	63.7 ^c	6.6 ^c
Total:	1887	38.5	55.9	5.6

a, b, c, medias con diferente superíndice en la columna, son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

Las ovejas alcanzan porcentajes de fertilidad más elevados dentro de las épocas reproductivas naturales y esto es más acentuado en latitudes de 35° N (Brown y Jackson, 1995) y de 40° N (Wildeus, 2005). Sin embargo, cuando razas como la Saint Croix, se crían en latitudes cercanas al ecuador (17° N), las hembras alcanzarían porcentajes de fertilidad y de prolificidad similares durante todo el año (Wildeus, 2005).

IV.3. Intervalo introducción del macho-celo (IMC)

IV.3.1 Efecto la época de empadre con la precipitación pluvial

En el Cuadro 9, se puede observar que la interacción de época de introducción del semental al hato con la precipitación pluvial total, así como la interacción del semental con la época de empadre, tuvieron un efecto altamente significativo ($P < 0.01$) sobre el IMC. Además, el número de parto de la hembra tuvo un efecto significativo ($P < 0.05$) sobre el IMC, más no así el tipo de parto.

Para el efecto de la interacción de la época de empadre con la precipitación pluvial, se puede observar en el Cuadro 10, y en la Figura 6, que para el caso de precipitaciones pluviales de hasta 200 mm existe una tendencia, a que los machos sean capaces de estimular a las hembras más temprano en las épocas de invierno (9.0 ± 0.5 días) y otoño (12.5 ± 0.6 días), en comparación a primavera (20.2 ± 0.4 días) y verano (14.5 ± 0.3 días). Cuando las precipitaciones fueron entre 200 y 460 mm, el IMC fue menor en verano (4.8 ± 0.5 días) ($P < 0.05$) que en el otoño (14.0 ± 0.3).

Cuadro 9.- Análisis de varianza para el intervalo introducción del macho – celo (IMC) en ovejas de pelo “Saint Croix”, pertenecientes a la Facultad de Agronomía de la UANL.

Fuente variación	G.L.	Cuadrados medios
Efecto del semental (S)	13	59.7
Época de introducción del macho (E)	3	898.1**
Precipitación pluvial total de un mes antes y el mes del empadre (PP)	2	337.5*
Número de parto (NP)	4	169.6**
Tipo de parto (TP)	2	73.25
E * S	14	233.61**
E * PP	4	595.9**
Error	831	77.8
Total	874	

** = P < 0.01; * = P < 0.05; G.L. = grados de libertad

En primavera, cuando las precipitaciones pluviales (PP) fueron entre 0 y 100 mm, se tuvieron valores de IMC del orden de 19.0 ± 0.4 días y cuando las precipitaciones fueron de 101 a 199 mm, el IMC fue de 21.3 ± 0.3 días. No hubo observaciones de IMC cuando en primavera la PP fue entre 200 y 460 mm (Figura 6).

Durante el verano, cuando la precipitación fue entre 101 y 199 mm se registró el valor de IMC más alto (24.5 ± 0.3 días); el IMC más bajo fue para el grupo de PP de 200-460 mm (4.81 ± 0.5 días). Para las épocas de otoño e invierno, los valores de IMC para cada uno de los grupos de PP fueron similares y oscilaron entre 10 y 14 días a excepción del grupo de 0-100 mm (6.8 ± 0.3 días) en la época de invierno.

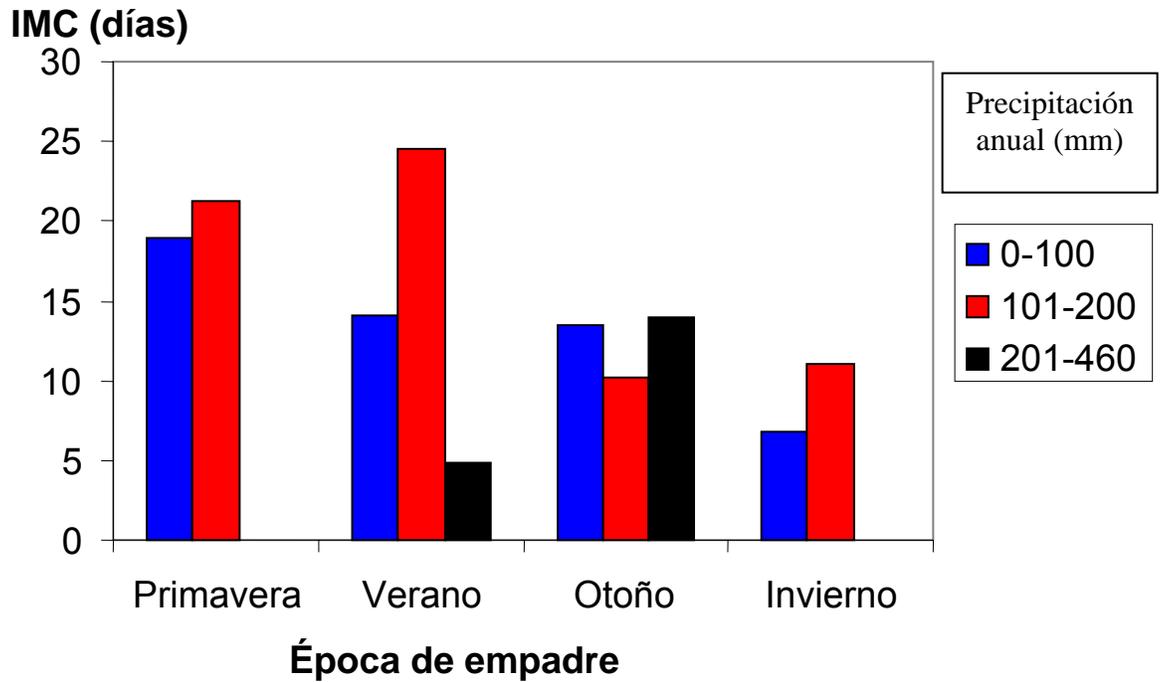


Figura 6.- Efecto de la época de empadre con la precipitación pluvial sobre el intervalo introducción del macho –celo (IMC), en ovejas de pelo “Saint Croix”, pertenecientes a la Facultad de Agronomía de la UANL.

Cuadro 10.- Cuadrados medios para los factores evaluados sobre el intervalo Introducción del macho – celo (IMC) en ovejas de pelo “Saint Croix”, pertenecientes a la Facultad de Agronomía de la UANL.

Fuente de variación	Número observaciones	C.M.	E.E:
Precipitación Pluvial total un mes antes y durante el mes de empadre (mm):			
0-100	339	11.6 ^a	± 0.188
101-199	312	13.5 ^b	± 0.148
200-460	223	10.4 ^a	± 0.193
Época:			
Primavera	68	20.2 ^a	± 0.154
Verano	76	12.7 ^b	± 0.177
Otoño	479	12.6 ^b	± 0.101
Invierno	251	9.0 ^c	± 0.100
Número de parto:			
Primerizas	274	8.1 ^a	± 0.093
1	204	13.5 ^b	± 0.101
2	153	14.0 ^b	± 0.143
3	107	12.8 ^b	± 0.128
4	136	12.1 ^b	± 0.120
Tipo Parto:			
Sencillo	528	9.9	± 0.045
Doble	346	9.3	± 0.090

Valores con diferente literal en la misma columna son diferentes (P < 0.05)

Dependiendo del manejo reproductivo del rebaño, será la respuesta de celos que se obtengan de las hembras (Sarmiento et al., 1998; Godfrey y Dodson, 2003; Wildeus, 2005). Cuando los animales se crían en latitudes cercanas al Ecuador (17° N), los cambios en el IMC, se deben a factores ambientales como temperatura ambiental, precipitaciones pluviales y por lo tanto a la disponibilidad de nutrientes

(Brown y Jackson, 1995; Segura et al., 1996; Galina et al., 1996).

Cuando los animales son llevados a latitudes más distantes del Ecuador, las diferencias en los IMC, dependerán más de factores tales como la relación del fotoperíodo con la estación reproductiva (Wildeus, 2005; Godfrey, 2005). Al reducir el IMC, se acortaría el intervalo entre partos y por lo tanto se incrementaría el número de partos por hembra al año (Rajab et al., 1992; González et al., 2003).

IV.3.2. Interacción de la época del año, con el efecto individual del semental

Datos sobre el efecto de la época de introducción del macho sobre el IMC, se observan en el Cuadro 10, y en la Figura 6. Los sementales que se utilizaron en la época de invierno tuvieron los valores más bajos (8.9 días) de IMC, seguidos por los sementales que se utilizaron en otoño (12.6 días) y el verano (12.7 días), obteniéndose los valores más altos de IMC para la época de primavera (20.2 días). En concordancia con los resultados del presente trabajo, Wildeus (2005), encontró valores del intervalo de introducción del macho-celo de 8 días para hembras Saint Croix, que se empadronaron en la época de invierno en latitudes de 40° N.

En el presente trabajo, realizado a una latitud de 25° N, la mayoría de los empadres se realizaron en la época de otoño e inicios de invierno, por lo tanto, los partos se presentaron a finales de invierno y durante toda la primavera. En ovejas de lana, la respuesta del efecto macho en la estación reproductiva es más marcada, que en las de pelo, alcanzando valores de IMC hasta 6 días, cuando al destetar las hembras, se introduce inmediatamente el macho (Salloum y Claus, 2006).

La mayoría de los destetes se realizaron a finales de primavera y principios del verano aproximadamente a los 60 días posparto. La respuesta tardía en IMC de primavera y verano, en comparación a las observadas en otoño e invierno (Figura 6) puede tener relación con un incremento de las horas luz en el verano (Godfrey et al., 2003; Wildeus, 2005).

De acuerdo a Godfrey et al (2003), en latitudes cercanas al Ecuador, el IMC, en la época de sequía fue de 11.3 días, mientras que en la época de lluvia fue de 6.1 días. Resultados similares encontraron González et al. (1997) evaluando las razas Pelibuey y Blackbelly, sometiénolas a empadres en diferentes épocas del año en el Estado de Tamaulipas, México En la época de sequía el IMC puede ser modificado en respuesta a la suplementación con un concentrado que contenga un mínimo de 14 % de proteína cruda.

El IMC fue superior en la época de verano, con valores de 18.1 días para la raza Pelibuey y de 14.4 días para la Blackbelly, reduciéndose durante la época de otoño-invierno a 10.2 y 7.1 días, respectivamente. Estos resultados sugieren que las ovejas de pelo manifiestan actividad estrual cíclica durante todo el año, con tendencias a incrementar dicha actividad durante todo el otoño e invierno y con poca actividad de marzo a junio (Valencia et al., 2006).

Un anestro poco profundo, permite una alta sensibilidad de las hembras al efecto macho, esperando que el IMC no sea demasiado largo debido a otros factores, tales como precipitación pluvial superior a 200 mm, el período de lactancia, la edad de la oveja, su condición corporal y su relación con la suplementación (Ugalde et al., 2002), así como a efectos propios del manejo del efecto macho, como es el tiempo de aislamiento, y la actividad y experiencia sexual de los machos a utilizar en los programas de empadre (Perkins y Fitzgerald, 1994; Rosa y Bryant, 2002).

En el presente trabajo solamente 4 de los 14 sementales evaluados fueron utilizados durante las cuatro épocas de empadre, los otros 10 sementales se utilizaron principalmente en las épocas de otoño e invierno.

En el cuadro 11 se puede observar un efecto significativo del semental sobre el IMC, con intervalos variables desde 22.8 hasta 5 días para los diferentes sementales que se utilizaron en las respectivas épocas de empadre (Cuadro 11). Estas diferencias hacen suponer que existen sementales con mejor capacidad de inducir el celo a las ovejas, pero existe una tendencia a ser más largo el IMC durante primavera en comparación a las demás restantes épocas de empadre (Cuadro 11).

Se ha reportado que los machos con diferente dominancia sexual y capacidad de monta, afectan la inducción del celo al tener contacto con las ovejas (Stellflug y Berardinelli, 2002; Stellflug, 2006, Stellflug et al., 2006). De acuerdo a Stellflug (2006), el comportamiento sexual de los sementales se ve afectado debido a la época en que sean utilizados, así como al manejo que se le proporcione al semental previo al empadre, y su respuesta a los cambios en el manejo en cada uno de los empadres.

Cuadro 11.- Efecto de la época de empadre y del semental sobre el intervalo introducción del macho-celo, en ovejas de pelo Saint Croix pertenecientes a la Facultad de Agronomía de la UANL.

Número de semental	n	Época de empadre				
		Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Promedio
2	206	16.24 ± 4.60	14.00 ± 2.46	11.74 ± 1.67	12.03 ± 2.69	13.50 ± 2.90
3	24	-	-	14.21 ± 2.16	-	14.21 ± 2.16
4	123	-	-	14.64 ± 1.68	16.96 ± 2.82	15.80 ± 2.25
6	38	-	-	-	13.11 ± 2.65	13.11 ± 2.65
9	15	22.78 ± 6.40	2.14 ± 3.46	-	7.29 ± 3.48	10.74 ± 4.45
10	69	-	5.07 ± 6.72	12.76 ± 1.66	6.56 ± 3.25	8.13 ± 3.88
11	20	-	-	8.32 ± 2.39	4.23 ± 6.64	6.28 ± 4.52
12	29	-	-	9.57 ± 2.08	4.49 ± 4.52	7.03 ± 3.30
13	135	21.46 ± 4.91	5.28 ± 7.65	11.54 ± 1.45	12.14 ± 2.54	12.61 ± 4.14
15	49	-	-	16.99 ± 2.15	4.95 ± 2.69	10.97 ± 2.42
16	32	-	-	11.39 ± 2.32	10.88 ± 3.07	11.14 ± 2.69
18	27	-	-	13.72 ± 1.99	-	13.72 ± 1.99
19	43	-	-	16.42 ± 2.27	4.71 ± 2.83	10.57 ± 2.55
21	64	-	-	9.91 ± 1.65	14.10 ± 3.08	12.00 ± 2.37
Promedio		20.16 ± 5.30	6.62 ± 5.07	12.60 ± 1.96	9.23 ± 3.36	12.15 ± 3.93

Perkins y Fitzgerald (1994) encontraron que al introducir sementales con fuerte capacidad de monta, el 95 % de las ovejas presentaron celo, mientras que solo el 78 % de las hembras presentaron celo en respuesta a la introducción de machos de baja capacidad de monta. El efecto del semental sobre el IMC tiene valores de heredabilidad en el orden de $h^2 = 0.002$ hasta 0.22 (Macedo y Hummel, 2006).

Stellflug et al. (2006) realizaron un estudio en la estación reproductiva con 884 ovejas a las que se les introdujo un lote de machos caracterizados unos por alta capacidad de monta ($n = 10$) y otros por baja capacidad ($n = 9$), y encontraron que los machos con alta capacidad, fertilizaron un mayor porcentaje de hembras (56.4 %), contra solamente un 29.1 % para machos con baja capacidad de monta, habiendo quedado un 14.4 % de las hembras sin fertilizar. Los mismos autores reportan valores de descendencia de crías por parto de 1.51 para machos con alta capacidad de monta y de 1.31 para los de bajo líbido.

De igual forma, se debe considerar que la capacidad de monta de los machos se puede ver afectada, entre otros factores, por la experiencia sexual de las hembras que se le exponen, ya que según Stellflug y Berardinelli (2002), hembras con más de un parto exhibirán una mejor respuesta a la introducción del macho que hembras primerizas. Ugalde y García (2002), demostraron el efecto del macho en hembras de dos años o más con un IMC de 7 días en comparación con uno de 13 días de IMC en las primerizas.

IV.3.3. Efecto del número de parto

Hubo un efecto significativo ($P < 0.05$) del número de parto sobre el IMC (Cuadro 9), encontrándose valores más elevados para las hembras de primer parto (13.5 días) y segundo parto (14.0 días), en comparación con hembras de mayor número de partos (Cuadro 10). En el caso de las triponas se determinó un IMC promedio de 8.1 días. Ugalde y García (2002), evaluaron el efecto macho en hembras Pelibuey de 12 meses de edad, y encontraron un agrupamiento de celos fértiles entre los 18 y 27 días posteriores a la introducción de los machos. Se menciona también que las corderas que se suplementan previo al empadre, logran obtener ganancias de peso, y un balance de energía positivo, el cual podría influir en la regulación de la secreción de progesterona (Rosa et al., 2000).

Otro factor importante, es que las hembras primerizas se tardan más en responder al efecto del macho durante el inicio de la primavera y verano en comparación a las hembras de más de un parto. Paralelo a lo anterior, las hembras de segundo parto, que provienen de un estrés de balance energético negativo del primer parto, presentan un desgaste físico más marcado que se refleja en una condición corporal inferior a ovejas de partos subsecuentes (Galina et al., 1996; Wildeus, 2005; Valencia et al., 2006).

IV.3.4. Efecto del tipo de parto

Para el tipo de parto, no se observó un efecto significativo sobre el IMC (Cuadro 9). En el Cuadro 10, se observa la similitud del IMC para las ovejas con parto sencillo (9.9 días) y con parto doble (9.3 días).

Esto contradice a varios autores, que reportan una relación directa entre estas dos variables, partiendo del hecho de que animales de partos múltiples tienen mayor desgaste físico, y por lo tanto presentan una menor condición corporal afectada, y un balance negativo de energía, por lo que la respuesta del macho se realizaría en forma retardada (Wildeus et al., 1992; Ocak et al., 2006; Valencia et al., 2006). Sin embargo esto dependerá de la dieta que estén consumiendo las ovejas.

Los IMC del presente trabajo fueron más cortos que los reportados por Brown y Jackson (1995) con valores para el IMC de 11.1 días para hembras Saint Croix con partos dobles, así como por Bunge et al., (1993) para ovejas de lana de partos dobles (15.7 días).

Varios autores consideran importante que las ovejas deban tener una condición corporal de 2.5 a 3, (en una escala de 1 a 5, donde 1 significa un animal flaco y 5 un animal obeso), al momento de realizar el empadre, independientemente de la época en que se realice (Stellflug, 2006). Según Gutiérrez y Landa (1993), la cantidad de energía metabolizable que requiere una hembra lactante que presenta un parto múltiple será un 63 % mayor en comparación a los requerimientos de mantenimiento, mientras que ésta será de 43 % en el caso de un parto sencillo.

Otro estudio indica que una mayor eficiencia reproductiva depende de la cantidad de nutrientes ingeridos durante todo el ciclo productivo y no únicamente durante el periodo de monta, por lo que el reinicio de la actividad ovárica es asimismo afectada por el nivel nutricional de la hembra durante la lactancia (Morales et al., 2004) y el periodo de recuperación entre ésta y la monta (Ugalde y García, 2002).

Las ovejas manejadas en el presente estudio bajo un sistema de monta controlada (sistema extensivo), fueron cubiertas generalmente durante los días inmediatos al destete, etapa en la cual normalmente se presenta un balance nutricional negativo.

IV.4. Efecto de la introducción del macho al rebaño en diferentes etapas productiva y épocas del año

IV.4.1 Introducción del macho en diferentes etapas productivas

En el Cuadro 12, se expone el análisis de varianza para el efecto del macho sobre el intervalo parto-celo (IPC), intervalo parto – fase luteal (IPFL) y el intervalo fase luteal-celo (IFLC). Hubo un efecto significativo ($P < 0.01$) de la etapa reproductiva de la hembra, en que se introdujo el macho al rebaño sobre el IPC y el IFLC, y sobre IPFL ($P < 0.05$). En el Cuadro 13, se muestra que el grupo de hembras que estuvo en contacto permanente con el macho (GC), el intervalo parto celo fue más corto (49.1 días) al de los grupos en que se introdujo el semental al momento del parto (GP = 65.6 días) y al momento del destete (GD = 74.3 días). Godfrey et al. (1998), en ovejas Saint Croix criadas en las Islas Vírgenes, USA (17° N), introdujeron el macho a grupos de hembras al momento del parto en diferentes épocas del año y encontraron valores de IPC entre 39 y 44 días. Los resultados del presente trabajo fueron similares a los reportados por González et al. (1997) en las razas Pelibuey (70.2 días) y Blackbelly (67.1 días), evaluados a una latitud de 24° N en el estado de Tamaulipas, México.

Cuadro 12.- Análisis de varianza para el intervalo parto-celo (IPC), intervalo parto-fase luteal (IPFL), y el Intervalo fase luteal-celo IFLC) en ovejas de pelo Saint Croix, pertenecientes a la FAUANL.

Fuente variación:	G.L	Intervalo parto-celo		Intervalo parto-fase luteal		Intervalo fase luteal-celo	
		C.M	C.M.E	C.M.	C.M.E.	C.M.	C.M.E.
Etapa productiva en la que se Introdujo el semental al ható	2	44.73**	1.00	7.35*	1.43	4765.90**	229.34
Año introducción macho	2	2.48 ^{NS}	1.39	8.32**	1.38	4300.80**	209.84
Época introducción macho	3	7.45**	1.34	6.97**	1.40	2280.86**	244.08

* = $P < 0.05$; ** = $P < 0.01$; NS = no significativo; C.M. = cuadrados medios; C.M.E. Cuadrado medio del error.

En el caso del IPFL (Cuadro 13), se observó una tendencia similar al IPC, obteniéndose valores de 48.6 días para las hembras del grupo GD, 44.7 días para el GP y de 39.8 días para el grupo GC. Godfrey et al. (1998), reportaron valores del intervalo parto - fase luteal (ovulación) del orden de 32.2 días, independientemente de la época de introducción del macho. Este trabajo fue realizado en ovejas Saint Croix a una latitud de 17° N, en donde de acuerdo a Porras et al., (1997), el fotoperíodo no tiene un efecto significativo sobre la respuesta de la hembra a la introducción del macho en diferentes épocas del año.

Hamadeh et al. (1996) no observaron respuestas diferentes en IPC, fertilidad ni prolificidad, si la introducción del macho al rebaño de ovejas fue realizada al momento del parto, al destete o permanentemente.

El intervalo fase luteal-celo (IFLC) resultantes de los diferentes momentos de introducción del macho al rebaño (Cuadro 13 y Figura 7), fue 25.0 días para el grupo GD, 20.9 días para GP y 8.7 días para GC. Godfrey et al. (1998), encontraron valores de 10 días para la primera ovulación posparto, por lo que concluyeron que, independientemente de la época de introducción del macho, las hembras exhiben fases luteales cortas. En la Figura 7, se muestra la concentración de progesterona (P_4) en el suero sanguíneo de hembras asignadas a los tres tratamientos, de acuerdo a la introducción del semental al hato.

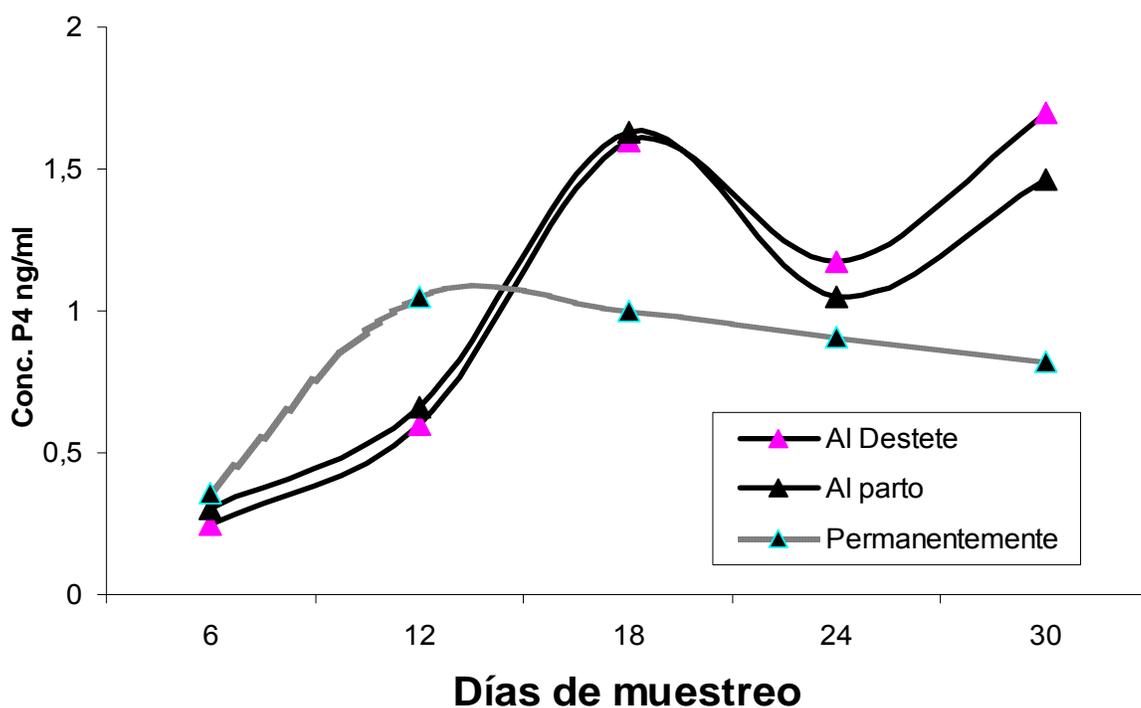


Figura 7.- Resultados de análisis de P_4 para los diferentes grupos de hembras Saint Croix pertenecientes a la Facultad de Agronomía de la UANL.

En ella se observa que las hembras a las que se les introdujo el semental permanentemente, respondieron rápidamente a la presentación de la fase luteal, la cual fue además más corta ($P < 0.05$) en comparación a los otros dos grupos de hembras.

IV.4.2 Introducción del macho al hato en diferentes épocas del año

En el Cuadro 13, se pueden observar valores de IPC y de IPFL en las 12 ovejas utilizadas en la primavera: el IPC fue de 45.3 días, el IPFL fue de 10.4 días. Para las tres restantes épocas del año los valores para el IPC oscilaron entre 62 a 67 días y para el IPFL variaron entre 40 y 49 días, siendo este último valor el correspondiente a la época de verano.

El IFLC varió en proporción directa con el IPFL, a excepción de la época de otoño, cuando el IPFL fue de 40.9 días y el IFLC fue de 26.5 días, siendo éstos valores similares a los límites máximos reportados por Rosa y Bryant (2002), así como por Valencia et al. (2006). Sarmiento et al. (1998), registraron IPC de 67.8 días por efecto de la introducción del macho en ovejas Pelibuey a una latitud de 17° N, mientras que para el grupo de hembras sin introducción del macho, el IPC fue de 98.2 días.

Cuadro 13.- Cuadrados medios del efecto de la introducción del macho en diferentes etapas productivas, año y época en ovejas de pelo Saint Croix, del rebaño ovino perteneciente a la FAUANL.

Introducción del macho	n	IPC	IPFL	IFLC
Fase del ciclo reproductivo				
Al Destete (GD)	67	74.3 ^a ± 0.12	48.60 ^a ± 0.15	25.0 ^a ± 1.9
Al Parto (GP)	70	65.6 ^b ± 0.12	44.7 ^{ab} ± 0.14	20.9 ^a ± 1.8
Contacto permanente GC)	65	49.1 ^c ± 0.12	39.7 ^b ± 0.15	8.7 ^b ± 1.9
Época de introducción				
Primavera	12	45.3 ^b ± 6.7	34.1 ^c ± 5.8	10.4 ^c ± 4.5
Verano	69	62.1 ^a ± 7.9	49.2 ^a ± 7.0	12.8 ^c ± 1.9
Otoño	60	67.5 ^a ± 8.2	40.9 ^{bc} ± 6.4	26.5 ^a ± 2.0
Invierno	61	62.6 ^a ± 7.9	44.6 ^{ab} ± 6.7	18.2 ^b ± 2.0
Año de Introducción:				
1996	65	61.3 ^{ns} ± 6.41	41.1 ^b ± 0.20	25.2 ^a ± 2.5
1997	76	62.4 ^{ns} ± 7.12	50.7 ^a ± 0.19	9.7 ^c ± 2.3
1998	61	60.3 ^{ns} ± 7.36	43.9 ^b ± 0.24	19.8 ^b ± 2.9

a, b, c, medias con diferente superíndice en la columna, son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

IPC = Intervalo parto-celo; IPFL = Intervalo parto-fase luteal; IFLC = Intervalo fase luteal-celo

De acuerdo con Knights et al., (2001), el intervalo parto-celo puede ser disminuido si se elimina la fase lútea corta por medio de tratamientos de progesterona aplicados ya sea por CIDR o por esponjas vaginales, que eliminen la fase luteal corta y el correspondiente retraso de la aparición del pico de LH. Para lograr esto se requiere que los tratamientos con Progesterona (P4), se apliquen al menos por 30 horas, en niveles elevados (Godfrey et al., 1998; Rubianes, 2000;

Knights et al., 2001; Ungerfeld, 2003).

IV.4.3 Efecto del macho en diferentes años

Para el caso del año de introducción del macho, se observa en el Cuadro 13, que en el año 1997, el IPFL fue mayor (50.7 días), y el IFLC fue inferior (9.7 días) al de los otros años ($P < 0.05$). Esto sugiere que el grupo de hembras en el año 1997 presentaron fases luteales más cortas en comparación a los años de 1996 y 1998.

Durante el año 1997 la mayor parte de las ovejas, respondieron más tarde a la introducción del macho, aún así el IFLC fue menor, sobre todo porque se eliminaron en mayor porcentaje las fases luteales cortas. De acuerdo a Rosa y Bryant (2002), es común que se esto presente al inicio de la actividad cíclica postparto (Rosa y Bryant, 2002).

Para los años 1996 y 1998, no hubo diferencias en el IPC (61.3 y 60.3 días; $P > 0.05$) ni en el IPFL (41.1 y 43.9 días; $P > 0.05$). En cambio, sí hubo diferencias ($P < 0.05$) para el IFLC entre ambos años (25.2 vs. 19.8 días para 1996 y 1998, respectivamente) Los datos de 1998 corresponden a la época del inicio de la actividad reproductiva de las ovejas y con ello la respuesta a la introducción del macho pudo ser 5.4 días mejor en esta época, que cuando los animales no se encuentran dentro de la estación reproductiva (Godfrey et al., 1998; Godfrey et al., 2001; Hamadeh et al., 1996).

En estudios realizados por Godfrey y Dodson (2003) las ovejas respondieron mejor al efecto macho reduciendo el IPC hasta en 8 días en épocas de lluvia, si su condición corporal era mayor de 2 y si habían sido suplementadas con un

concentrado con 14 % de proteína cruda. Sin embargo, no se presentaron diferencias durante el periodo seco entre las hembras suplementadas y sin suplementar (46.9 días vs. 52.9 días). Por aún con el suplemento no se cubrían las necesidades nutritivas cuando hay escasez de forraje o es de mala calidad.

V. CONCLUSIONES

El peso al nacer y al destete, tuvieron variaciones de acuerdo al año de nacimiento, habiendo observado alternancias bianuales de pesos altos y bajos al nacer y al destete.

- **Interacción del año de nacimiento con el tipo de parto.** Los corderos tuvieron mejor peso al nacer a partir del año 2000 (3.1 kg para parto sencillo, 2.8 kg para parto doble y 2.5 kg para parto triple). Los mejores pesos al destete se registraron en el año 1992 (15.5 kg para partos sencillos, 14.5 kg para partos dobles, y de 13 kg para los partos triples).
- **Sexo de la cría.** Tuvo un efecto significativo ($P < 0.05$) solamente sobre el peso al nacer, encontrándose valores de 3.18 kg para los corderos machos y de 3.07 kg para las hembras.
- **Para el tipo de parto:** En promedio se tuvieron 38.50 % de partos sencillos, un 55.90 % de partos dobles y 5.60 % de partos triples. En los años 1992, 1998 y 2002 se tuvieron más de 60 % de partos dobles. En los años 2007 y 2005 se tuvieron menos de 50 % de partos dobles.
- Conforme avanza el número de parto se eleva la frecuencia de partos dobles y se reduce la proporción de los partos sencillos. En hembras de primer parto hubo 44.9 %, y en ovejas de quinto parto hubo 71.1 % de partos dobles.
- Cuatro de los sementales utilizados ocasionaron partos dobles en más del 60 %, mientras que tres sementales ocasionaron partos dobles en 30 a 45 %. La frecuencia de partos múltiples, fue mayor a finales de invierno (63.7 %) y a principios de primavera (50.6 %)

Para el caso del intervalo introducción del macho-celo (IMC):

La época del año en que se introdujeron los machos al rebaño influyó sobre el IMC ($P < 0,01$), siendo los valores más bajos ($P < 0,01$) en invierno (9.0 días), y los más altos en primavera (20.2 días).

Se observó un mayor IMC ($P < 0,05$) para las hembras de primer parto (13.5 días) y de segundo parto (14.0 días), y el valor más bajo ($P < 0,05$) de IMC fue para las ovejas de tercer parto (12.8 días) y cuarto parto (12.1 días).

Se encontraron valores similares de IMC para las ovejas de partos sencillos (9.9 días) y dobles (9.3 días).

Por efecto del semental el IMC varió ($P < 0.05$) desde 5.2 días hasta 15.6 días.

En la época de invierno se presentaron los menores valores de IMC (9 días).

Para el efecto de la introducción del macho en diferentes etapas productivas y épocas del año:

En el grupo de hembras que estuvo en contacto permanente con el macho (GC) el IPC fue menor (49.1 días: $P < 0.01$), al de los grupos en que se introdujo el semental al momento del parto (GP) (65.6 días) o al momento del destete (GD) (74.3 días).

- En el caso de IPFL, se observó una tendencia similar a la del IPC, obteniéndose valores de 48.6 días para las hembras de GD, 44.7 días para el GP y 39.8 días para el GC.

- Los valores de IFLC para cada uno de los grupos reproductivos fueron 25.0 días para GD, 20.9 días para GP, y de 8.7 días para el GC.
- Hembras a las que se les introdujo el semental en la época de primavera, tuvieron los valores más bajos de IPC (45.3 días), así como de IPFL (34.1 días) y de IFLC (10.4 días).

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Abegaz, S., G. Duguma, E. Negussie, U. Gelmessa, F. Terefe y J.E.O. Rege. 2002. Factors affecting reproductive performance and estimates of genetic parameters of litter size in Horro sheep. *J. Agr. Sci.* 139: 79-85.
- Aboul-Naga, AAM.,M.B. Aboul-Ella y Feria Asan. 1991. Manipulation of reproductive activity in subtropical sheep. *Small Rum. Res.* 7: 151-156.
- Adams, N.R., S. Atkinson, G.B. Martin, G.R. Briegel, R. Boukhliq, M.R. Sanders. 1993. Frecuent blood sampling changes the plasma concentration of LH and FSH and the ovulation rate in Merino ewes. *J. Repr. Fert.* 99: 689-694.
- Alexander, B.M., J.N. Stelflug, J.D. Rose, y J.A. Fitzgerald. 1999. Behavior and endocrine changes in high-performing, low-performing, and male-oriented domestic rams following exposure to rams and ewes in estrus when copulation is precluded. *J. Anim. Sci.* 77: 1869.
- Álvarez R.L, Ducoing W.A.E., Zarco Q.L, Trujillo G.A.M. 1999. Conducta estral, concentraciones de LH y función lútea en cabras en anestro estacional inducidas a ciclar mediante el contacto con cabras en estro. *Vet Méx.* 30: 25-31.
- AMCO (Asociación Mexicana de criadores de ovinos). 2000. Situación de la ovinocultura en México. Pachuca, Hidalgo. 83 p.
- Arbiza, A.S. y J. Lucas T. 1992. Estado actual de la producción ovina. Avances recientes en la producción ovina., Simposium Internacional, Montecillo, México. p 218.
- Arteaga, J.D.C. 2005. Situación de la ovinocultura en México. Foro CNOG. SAGARPA. 43 p.

- Baird, D.T., B.K. Campbell, G.E. Mann y A.S. McNeilly. 1991. Inhibin and oestradiol in the control of FSH secretion in the sheep. *J. Repr. Fert. Suppl.* 43: 125–138.
- Behrens, H. 1986. *Lehrbuch der Schafzucht*. Editorial Paul Parey. Sexta Ed. Capítulo 2. 15-43.
- Bores Q. R.F., M.P.A., Velásquez, y M.A., Heredia. 2002. Evaluación de razas terminales en esquemas de cruce comercial con ovejas de pelo F1. *Téc. Pec. Méx.* 40 (1): 71-79.
- Brinkley, H.J. 1981. Endocrine signalling and female reproduction. *Biol. of Repr.* 24: 22-43.
- Brown, M.A. y W.G. Jackson. 1995. Ewe productivity and subsequent preweaning lamb performance in St. Croix sheep bred at different times during the year. *J. Anim. Sci.* 73 (5): 1258.
- Brunet, A.G.,A.L. Sebastián, R.A. Picazo, B. Cabellos y S. Goddard. 1995. Reproductive response and LH secretion in ewes treated with melation implants and induced to ovulate with the ram effect. *Anim. Rep. Sci.* 39: 23.
- Bunge, R., D.L., Thomas, T.G. Nash y R.L. Fernando. 1993. Performance of hair breeds and prolific wool breeds of sheep in Southern Illinois: Effect of breed of service sire on lamb production of Suffolk and Targhee ewes. *J. Anim. Sci.* 71: 321-325.
- Burfenning, P.J., M. Carpio y R. Alencastre. 1989. Effect of ram stimulation on estrous activity and lambing rate in two sheep breeds in the Sierra of Peru. *Small Rum. Res.* 2:27.

- Camacho, J. 2005. Estadística con SPSS para Windows, versión 12. Editorial Alfa-Omega. México. 433 pp.
- Campbell, B.K., A.S. McNeilly, y D.T. Baird. 1989. Episodic ovarian inhibin secretion is not due to LH pulses in anoestrus ewes. *J. Endocrinology*. 123: 173 – 179
- Campbell, B.K., A.S. McNeilly, H.M., Picton y D.T. Baird. 1990a. The effect of a potent gonadotropin-releasing hormone antagonist on ovarian secretion of oestradiol, inhibin and androstenedione and the concentration of LH and FSH during the follicular phase of the sheep oestrus cycle. *J. End.* 126: 377-384.
- Campbell, B.K., G.E., Mann, A.S., McNeilly y D.T. Baird. 1990b. The pattern of ovarian inhibin, estradiol and androstenedione secretion during the estrous cycle of the ewe. *Endocrinology*. 127: 227-235.
- Campbell, B. y R. Webb. 1995. Evidence that inhibin has autocrine and paracrine actions in controlling ovarian function in sheep. *J. Repr. Fert.* 58: 321 – 328.
- Chemineau, P., Y. Guerin y P. Orgeur. 1991. Training manual on artificial insemination in sheep and goats. FAO. Animal Production and health. Paper 83. Roma Italia. P. 185.
- Chemineau, P., G. Barril, J.C. Vallet y J.A. Delgadillo. 1993. Control de la reproducción en la especie caprina: interés zootécnico y métodos disponibles. *Rev. Lat. Peq. Rum.* 1:15.
- Clark, I.J., A.J. Tilbrook. 1992. Influence of non-photoperiodic environmental factors on reproduction in domestic animals. *Anim. Repr. Sci.* 28: 219-228.
- Cohen, T.J., A. Locatelli, y J.P. Signoret. 1986. Non-pheromonal stimulation by the male of LH release in anoestrous ewe. *Physiology and Behaviour*. 36: 921-924.

- Cohen, T.J., y J.P. Signoret. 1987. Effect of short to the ram on later reactivity of anoestrus ewes to the male effect. *Anim. Repr. Sci.* 13: 263.
- Cruz, L.C., S. Fernández B. y J. Alatorre. 1994. Variaciones estacionales en presentación de ovulación, fertilización y sobrevivencia embrionaria de ovejas Tabasco en el trópico húmedo. *Vet. Méx.* 25 (1): 23.
- Cunningham, J.G. 1999. Fisiología veterinaria. Capítulo 32. 2a Edición. Editorial McGraw-Hill. P 510–530.
- De la Cruz, L.C. 2000. II Prueba de comportamiento de ovinos en el estado de Hidalgo. INIFAP. Publicación técnica No. 2, Pachuca Hidalgo, México. 33 p.
- Demiroren, E., J.N.B. Schrestha, y W.J. Boylan. 1995. Breed and environmental effects on components of ewe productivity in terms of multiple births artificial rearing and 8 month breeding cycles. *Small Rum. Res.* 16: 239.
- Dickson, L. U., G.T. Hernández, R. Dáubeterre, O.B. García. 2004. Crecimiento en ovinos West African bajo un sistema de pastoreo restringido en Venezuela. *Rev. Fac. Agron.* 21: 59-67.
- Dodson, R.E., A.J. Weis y R.W. Godfrey. 2005. Post-weaning growth and carcass traits of St. Croix and Dorper x St. Croix White lambs grazing pasture during the dry and wet seasons in the U.S. Virgin Islands. *Sheep & Goat Res. J.* 20: 25-31.
- Driancourt, M.A., L. Bodin, O. Boomarov, J. Thimonier y J.M. Elsen. 1990. Number of mature follicles ovulating after a challenge of human chorionic gonadotropin in different breeds of sheep at different physiological stages. *J. Anim. Sci.* 68: 719 – 724.
- Driancourt, M.A. 1991. Follicular dynamics in sheep and cattle. *Theriogenology.* 35: 55 – 79.

- Driancourt, M.A. 1994. Lack of between-follicle interactions in the sheep ovary. *Repr. Nut. Dev.* 34: 249-260.
- Dutt, R.H., y F. Bush. 1955. The effect of low environmental temperature on initiation of the breeding season and fertility in sheep. *J. Anim. Sci.* 14: 885-897.
- Dzib-Can, A., G. Torres, A. Ortiz, E. Acevedes. 2006. Prácticas de manejo utilizadas por productores de ovinos de pelo de dos sectores sociales en Campeche, México. *Liv. Res. Rur. Dev.* 18(7): 1-10.
- Evans, N.P., G.E. Dahl, B.H. Glover y F.J. Karsh. 1994. Central regulation of pulsatile gonadotropin-releasing hormone (GnRH) secretion by estradiol during the period leading up to the preovulatory GnRH surge in the ewe. *Endocrinology.* 134: 1806-1811.
- FAO. 2007. Anuario estadístico 2005-2006 de ganadería. FAO-STAT. Italia. 339 p.
- Fernandes, A.A.O., Buchanan O., D. Villarreal, A. Bernardo. 2001. Environmental effects on growth rate of Morada Nova hair lambs in Northeastern Brazil. *Rev. Bras. Zootec.* 30(5): 1460-1465.
- Foote, W.C. 1991. reproduction in hair sheep under different climatic conditions. *Proceedings hair sheep research symposium.* ST. Croix, U.S. Virgin Islands. P 218.
- Forcada, F., J.A. Abecia, I. Sierra. 1992. Seasonal changes in Oestrus activity and ovulation rate in Rasa Aragonesa ewes maintained at two different body condition levels. *Small Rum. Res.* 8: 313-324.
- Fritz, H. 1984. *Schafzucht.* Ed. Verlag Eugen Ulmer. Alemania. 179-196.

- Gbangboche, A.B., M. Adamou-Ndiaye, A.K.I., Youssao, F. Farnier, J. Detilleux, F.A. Abiola y P.L. Leroy. 2006. Non-genetic factors affecting the reproduction performance, lamb growth and productivity indices of Djallonke sheep. 64 (1):133-142.
- Galina, M.A., R. Morales, E. Silva, B. López. 1996. Reproductive performance of Pelibuey and Blackbelly sheep under tropical management systems in México. Small. Rum. Res. 22 (1): 31-37.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. Instituto de Geografía Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. p 217.
- Garduño, R.G., G. T. Hernández, C.M.B. Pérez y P.D. Rivera. 2001. Relación del color del pelaje y factores ambientales con características reproductivas en ovejas tropicales. Agrociencia. 35 (1): 41-50.
- Garduño, R.G., G.T. Hernández., M.A., Castillo. 2002. Crecimiento de corderos Blackbelly entre el nacimiento y el destete en el trópico húmedo de México. Vet. Méx. 33 (4): 443-453.
- Gatenbay, R.M.,R. Doloksaribu, G.E. Bradfors, E. Romjali, A. Batubara y I. Mirza. 1997. Comparison of Sumatra sheep and three hair sheep crossbreds II. Reproductive performance of F1 ewes. Small Rum Res. 25: 161.
- Ginther, O.J., K. Kot y M.C. Wiltbank. 1995. Associations between emergence of follicular waves and fluctuacions in FSH concentrations during the estrous cycle in ewes. Theriogenology. 43: 689 – 703.

- Glaforo, T.H. 1998. Situación actual de los recursos genéticos ovinos en México. Memoria. Tercer foro de análisis de los recursos genéticos: ganadería ovina, caprina, porcina, avícola, apícola, equina y de lidia. SAGAR. México. 5- 12.
- Godley, W.C., R.L., Wilson, V. Hurst. 1966. Effect of controlled environment on the reproductive performance of ewes. *J. Anim. Sci.* 25: 212-216.
- Godfrey, R.W., M.L. Gray, and J.R. Collins. 1998. The effect of ram exposure on uterine involution and luteal function during the postpartum period of hair sheep ewes in the tropics. *J. Anim. Sci.* 76: 3090-3094.
- Godfrey, R.W. y J.R. Collins. 1999. Post-weaning growth and carcass traits of hair and wool x hair lambs in the US Virgin Islands. *Sheep & Goats Res. J.* 15: 100-105.
- Godfrey, R.W. y R.E. Dodson. 2003. Effect of supplemental nutrition around lambing on hair sheep ewes and lambs during the dry and wet seasons in the U.S. Virgin Islands. *J. Anim. Sci.* 81: 587-593.
- Godfrey, R.W., A.J. Weis y R.E. Dodson. 2003. Effect of flushing hair sheep ewes during the dry and wet seasons in the U.S. Virgin Islands. *J. Anim. Vet. Adv.* 2 (3): 184-190.
- Godfrey, R.W. 2005. Hair sheep production in the tropics: a Caribbean perspective. Hair Sheep Workshop Virginia State University. pp 3-5.
- Godfrey, R.W. y A.J. Weis. 2005. Post-weaning growth and carcass traits of St. Croix white and Dorper x St. Croix white lambs fed a concentrate diet in the U.S. Virgin Islands. *Sheep & Goat Res. J.* 20: 32-36.

- González, A.R. y B.D.Murphy. 1987. Effects of GnRH on Luteinizing hormone release and onset of cyclic ovarian activity postpartum in Pelibuey ewes. *Can. J. Anim. Sci.* 68: 359.
- González, A. R., B.D. Murphy, W.C. Foote y E. Ortega. 1992. Circannual estrous variations and ovulations rate in Pelibuey ewes. *Small Rum. Res.* 8: 225.
- González, A.R. 1997. Reproducción en ovinos de pelo en el trópico mexicano. *Memorias IX Congreso nacional de producción ovina*. Queretaro, México. pp 294-319.
- González, R. G.A., M. Vasquez, A. D. Ortuño, A.G. Reyna. 1997. Efecto del morueco y la época de empadre sobre el comportamiento reproductivo en ovejas Pelibuey y Blackbelly. fmvz.uat.edu.mx/investigación/alfabetic/GasTapChis.pdf.
- González, R. A. 1998. Los sistemas de producción de ovinos de pelo en México: relación con ovinos de lana y prespectivas para el año 2000. *Simposium Internacional. La ovinocultura en México hacía el año 2000*. Queretaro, México. pp 15-23.
- González R.A., M.J.H. Marín, H.H. Amaro, P.C. Estrada, E.G. Ornelas, J.C.Negrete. E.G.C. Rivas. 2003. Eficiencia productiva y punto de equilibrio para el costo del kilogramo de cordero al destete en ovinos de pelo en el noreste de México. *Lives. Res. Rur. Dev.* 15 (12): 1-14.
- Goodman, R.L., S.J. Legan, K.D., Ryan, Foster D.L., y F.J. Karsh. 1980. Two effects of estradiol that normally contribute to the control of tonic LH secretion in the ewe. *Bio. Repr.* 23: 415-422.
- Gordon, I. 1997. *Reproduction in Sheep & Goats*. CABI Publishing Cambridge UK.

- Gutiérrez, O.E. y J. Landa G. 1993. Estimación de los requerimientos de proteína degradable en el rumen y sobrepasante de borregas en lactación. CIA. Avances de investigación. Marín, N.L., México. 21-22.
- Hafez, E.S.E. 1952. Studies on the breeding season in the sheep. J. Agr. Sci. Cambridge. 34: 97-105.
- Hamadeh, S.K., E.K. Barbour, M.A. Said y K. Daadaa. 1996. Reproductive performance of postpartum Awassi ewes under different lambing regimes. Small. Rum. Res.19:149.
- Haresign, W. 1992. Manipulation of reproduction in sheep. J. Repr. Fert. Suppl. 45: 127-139.
- INEGI. 1986. Síntesis Geográfica del Estado de Nuevo León. INEGI. p 170.
- Karsh, F.J. 1984. Endocrine and environmental control of oestrus cyclicity in sheep. Repr. Sheep. Cambridge University Press. Cambridge. 10-15 p.
- Keisler. D. 1992. Manipulación hormonal de la reproducción en ovejas . Avances recientes en la producción ovina. Simposium Internacional. Montecillo, México. p 218.
- Khalid, M. y W. Haresign. 1995. Relationships between concentrations of steroids, IGF-I and IGF binding proteins during follicular development in the ewe. Proc. Br. Soc. Anim. Sci. Paper 56.
- Knights, M., Q.S. Baptiste y P.E. Lewis. 2001. Ability of ram introduction to induce LH secretion, estrus and ovulation in fall-born ewe lambs during anestrus. Anim. Repr. Sci. 50(1):1-9.

- Kusakari, N y M. Ohara. 1996. Reproductive response in seasonally anestros Suffolk ewes after a treatment combining melatonin feeding and the "male effect". J. Repr. Dev. 42: 209.
- Land, R.B., Morris, B.A., Baxter, G. Fordyce, M. Forster. 1973. Improvement of sheep fecundity by treatment with antisera to gonadal steroids. J. Repr. Fert. 66: 625-634.
- Leyva, V., J.S. Walton, B.C. Buckrell, M.M. Buhr, W.A. King y C. Gartley. 1995. Ultrasound examination of ovarian activity and ovulation regulated by exogenous progesterone in cycling ewes. J. Anim. Sci. 73 (Suppl. 1), p. 226.
- Legan, S.J. y F.J. Karsh. 1979. Neuroendocrine regulation of the oestrus cycle and seasonal breeding of the ewe. Bio. Repr. 20: 74-85.
- Lincoln, G.A., y Davidon, W. 1977. The relationship between sexual and aggressive behaviour and pituitary and testicular activity during the seasonal sexual cycle in reproduction, prolactin secretion and moulting in rams. J. Repr. Fert. 73: 241-253.
- Lindsay, D.R., Y. Cognie, J. Pelletier, J.P. Signoret. 1975. Influence of the presence of rams on the timing of ovulation and discharge of LH in ewes. Phys. Beh. 15: 423-426.
- Macedo, R y A. Alvarado. 2005. Efecto de la época de monta sobre la productividad de ovejas pelibuey, bajo dos sistemas de alimentación en Colima, México. Arch. Zootec. 54: 51-62.
- Macedo, R. y J.D. Hummel. 2006. Influence of parity on productive performance of Pelibuey ewes under intensive management in the mexican dry tropics. Liv. Res. Rur. Dev. 18(6): 1-9.

- Mahieu, M., Y. Cognié, y P. Chemineau. 2004. Ovulation rate, litter size and prenatal losses in hair sheep of the french west indies. *Repr. Nutr. Dev.* 44: 333-339.
- Malpaux, B., A. Daveau, F. Maurice, V. Gayrard, J.C. Thiery. 1993. Short-day effects of melatonin on luteinizing hormone secretion in the ewe : evidence for central sites of action in the mediobasal hypothalamus. *Biol. Repr.* 48: 752-760.
- Mann, G.E., McNeilly, A.S. y D.T. Baird. 1989. Source of ovarian inhibin secretion during the oestrus cycle of the sheep. *J. End.* 123: 181-188.
- Marshall, F.H.A. 1937. On the change-over in the oestrus cycle in animals after transference across the equator, with further observations on the incidence of the breeding seasons and the factors controlling sexual periodicity. *Proceedings of the royal Society.* 122:413.
- Martin, G.B., Y. Cognie, A. Schirar, N. Ribeiro, y F. Nys. 1985. Diurnal variation in the response of anoestrus ewes to the ram effect. *J. Repr. Fert.* 75: 275.
- Martin, G.B., C.M. Oldham, Y. Cognie, y D. T. Pearce. 1986. The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams- a review. *Liv. Prod. Sci.* 15: 219.
- Martin, G.B. 1995. Reproductive research on farm animals for Australia-some long-Distance goals. *Repr. Fert. Dev.* 7: 967.
- Martínez R.R.D., C. Cruz L., I Rubio G., y L.A. Zarco Q. 1999. Influencia del carnero sobre la ocurrencia de estros en la oveja Pelibuey. *Vet. Méx.* 29: 111.
- Mitchell, L.M. M.E. King, R.P., Aitken, J.M. Wallace. 1997. Influence of lambing date on subsequent ovarian cyclicity and ovulation rate in ewes. *Anim. Sci.* 65: 75-81.

- McNeilly, A.S., I.A. Swanston, W., Crow, C.G., Tsonis y D.T. Baird.1989. Changes in plasma concentrations of inhibin throughout the normal sheep oestrus cycle and after infusion of FSH. *J. End.* 120: 295-305.
- Morales T.G., A.P. Martínez, B.F. Sandoval, C.S. del Real, y J.G. Sánchez. 2004. Amamantamiento continuo o restringido y su relación con la duración del anestro postparto en ovejas Pelibuey. *Agrociencia.* 38: 165-171.
- Murtagh, J.J., S. Gray J., D. Lindsay R. y C.Oldham R. 1984. The influence of the "ram effect" in 10-11 month- old Merino ewes on their subsequent performance when introduced to rams again at 15 months of age. *Proc. Austr. Soc. Anim. Prod.*15: 490.
- Nawaz, M., y M. Khalil A. 1998. Comparison of Lohi and crossbred ewes: productive and reproductive traits. *Small Rum. Res.* 27: 223.
- Noel, B., J.L. Bister y R. Paquay. 1993. Ovarian follicular dynamics in Suffolk ewes at different periods of the year. *J. Repr. Fert.* 99: 695 – 700.
- Noel, B., J.L. Bister, B. Pierquin y R. Paquay. 1994. Effects of FGA and PMSG on follicular growth and LH secretion in Suffolk ewes. *Theriogenology-* 41: 719 – 727.
- Notter, D. R. 1981. Repeatability of conception rate and litter size for ewes in an accelerated lambing system. *J. Anim. Sci.* 53:643-650.
- Notter, D. R. 1989. Effects of continuous ram exposure and early spring lambing on initiation of the breeding season in yearling crossbred ewes. *Anim. Repro. Sci.* 19:265-272.

- Nugent, R. A., III, D. R. Notter y W. E. Beal. 1988a. Effects of ewe breed and ram exposure on estrous behavior in May and June. *J. Anim. Sci.* 66:1363-1370.
- Nugent, R. A., III, D. R. Notter y W. H. McClure. 1988b. Effects of ram pre-exposure and ram breed on fertility of ewes in summer breeding. *J. Anim. Sci.* 66:1622-1626.
- O'Callaghan, D. Donovan, A.Sunderland, S.J. Boland y J.F. Roche. 1994. Effect of presence of male and female flockmates on reproductive activity in ewes. *J. Repr. Fert.* 100: 497.
- Ocak, N., M.A. Cam y M. Kuran. 2006. The influence of pre-and post-mating protein supplementation on reproductive performance in ewes maintained on rangeland. *Small Rum. Res.* 64 (1): 16-21.
- Okamura, H., y Y. Mori. 2005. Characterization of the primer pheromone molecules responsible for the male effect in ruminant species. *Chem. Senses* 30 (supp 1): 140-141.
- Oldham, C.M., T. Boyes, y T. Lindsay R. 1984. Can the "ram effect", or the "ram effect" plus PMSG be used to advance the breeding season of Southdown ewes?. *Proc. Austr. Soc. Anim. Prod.* 15: 505.
- Oldham, C.M., y D. Pearce T. 1984. Alternative methods for synchronization of ewes in spring using the "ram effect". *Proc. Austr. Soc. Anim. Prod.* 15: 158.
- Oldham, C.M. y S. Gray J. 1984. The "ram effect" will advance puberty in 9 to 10 month old Merino ewes independent of their season of birth. *Proc. of the Austr. Soc. Anim. Prod.* 15: 727.

- Oldham, C.M., D. Pearce T., y S. Gray J. 1985. Progesterone priming and age of ewe affect the life-span of corpora lutea induced in the seasonally anovulatory Merino ewe by the "ram effect". J. Repr. Fert. 75: 29.
- Over, R. 1992. Physiologische Wirkungen und Arbeiten zur Isolierung der Pheromone von Ziegen und Schafboecken. Thesis. Dissertation. Universitaet Hohenheim. Deutschland. 164 p.
- Pearce, G.P. y C. Oldham M. 1988. Importance of non olfactory ram stimuli in mediating ram-induced ovulation in the ewe. J. Repr. Fert. 84: 333.
- Pérez, C.R., Vázquez, C., Sosa, F.M., Valencia, M. y González P.E. 2005. Factores que influyen sobre el peso al nacimiento y al destete en corderos Pelibuey y Blackbelly. Memorias de la XIX Reunión de la ALPA. BIOTAM. Tomo I. 403-405 p.
- Perkins, A. y J.A. Fitzgerald. 1994. The behavioral component of the ram effect: the influence of ram behavior on the induction of estrus in anovulatory ewes. J. Anim. Sci. 72: 51-55.
- Phillips, D.J., N.L., Hudson, L.R., Gentle y K.P. McNatty. 1994. Bioactive follicle stimulating hormona concentrations in the plasma during the estrous cycle of the ewe. Bio. Repr. 51: 1292-1298.
- Porras, A.A., M.J., Valencia, Q.L., Zarco y M.S. Rojas. 1997. Efecto del fotoperíodo artificial sobre la actividad ovárica de la oveja pelibuey. XXVI Reunión de la Asoc. Mex. Prod. Anim. Chapingo, Mex. 19-24.
- Price, E., R. Borgwardt, M.R. Rally y P.H. Hemsworth. 1992. Measures of libido and their relation to serving capacity in the ram. J. Anim. Sci. 70:3376-3380.

- Rajab, M.H., T.C. Cartwright, P.F. Dahm y E.A. Figueiredo. 1992. Performance of three tropical hair sheep breeds. *J. Anim. Sci.* 70 (11): 3351-3359.
- Resko A.J., Perkins., Ch. Roselli E., J. Fitzgerald A. J. Choate V. A. y F. Stormshak. 1996. Endocrine correlates of partner preference behavior in rams. *Biol. of. Repr.* 55: 120.
- Rhind, S.M., S. McMillen, A.C. McKelvey. 1991. Effects of levels of food intake and body condition on the sensitivity of the hypothalamus and pituitary to ovarian steroid feedback in ovariectomized ewes. *Anim. Prod.* 52: 115-125.
- Rhind, S.M. 1992. Nutrition: its effect on reproductive performance and its control in female sheep and goats. In: *Progress in Sheep and Goat Research*. CAB International. Wallingford. pp 25-52.
- Robinson, J.J. 1981. Photoperiodic and nutritional influences on the reproductive performance of ewes in accelerated lambing systems. In: *Proceedings of the 32nd Annual Meeting of the European Association for Animal Production*. Vol. III. pp 1-10.
- Robinson, J.J. 1996. Nutrition and reproduction. *Anim. Repr. Sci.* 42: 25-34.
- Rodríguez, R.M.,N. Ciccioioli H. y H. Irazoqui. 1997. Ram-induced reproduction in seasonally anovular Corriedale ewes: MAP doses for oestrus induction, ram percentages and post-mating progestagen supplementation. *Animal Sci.* 64: 119.
- Rodríguez, R.O.L., A.M. Heredia, F.J. Quintal, y M.A. Velásquez. 1998. Productivity of Pelibuey and Blachbelly ewes mated at yearly and 8 monthly intervals over six years. *Small Rum. Res.* 30: 177.

- Rosado, J.,E. Silva y M.A. Galina. 1998. Reproductive management of hair sheep with progesterone and gonadotropins in the tropics. *Small Rum. Res.* 27: 237.
- Rosa, H.J.D., D.T. Juniper, y M.J. Bryant. 2000. Effects of recent sexual experience and melatonin treatment of rams on plasma testosterone concentration, sexual behaviour and ability to induce ovulation in seasonally anoestrous ewes. *J. Repr. Fert.* 120: 169-176.
- Rosa H.J.D. y M.J. Bryant. 2002. The ram effect as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. *Small Rum Res.* 45: 1-16.
- Rosa H.J.D. , C. Silva, M.J. Bryant. 2003. The effect of paddock size on the response of seasonal anoestrus ewes to the ram effect. *Small. Rum. Res.* 48: 233-237.
- Rubianes, E. 2000. Alternativas para el control reproductivo de las majadas. Curso actualización ovina. San Carlos Bariloche, Argentina. pp 63-76.
- Said, S.I., M.M. Muwalla, y J.P., Hanrahan. 1999. Sources of variation and repeatability for litter size, body weight and matured performance of Awassi ewes. *Tr. J. Veter. Anim. Sci.* 23: 461-465.
- Sánchez, D.F., J. Colín., A. González R., J. García C., H. Bernal B., y E. Olivares S. 1997. Ritmos reproductivos en ovejas Pelibuey: Efecto de la introducción del morueco en diferentes épocas de empadre. Memorias de seminarios de investigación de Doctorado. Facultad de Agronomía. U.A.N.L. Marín, N.L. México. 17-23.
- Santiago, G.S., J.C. Martínez, G. y A. González R. 1997. Comportamiento reproductivo en Ovejas Pelibuey: Efectos de la introducción del morueco y de estación sobre la manifestación de estro. Memoria del IX Congreso Nacional de Producción Ovina. Querétaro. 68-71.

- Sarmiento, F.L., A.M.A. Arceo, R.M., Pérez, J.C. Segura-Correa, O.R. Rivera. 1998. Efecto de la presencia del macho sobre la aparición del primer estro postparto en ovejas Pelibuey. Rev. Biom. 9: 97-102. <http://www.uady.mx/~biomedic/rb98924.html>
- SPSS. 2003. (Statistical Package for Social Sciences Windows versión 12.0). Chicago, Illinois. 323 p.
- Scaramuzzi, R.J. y R.B. Land. 1978. Oestradiol levels in sheep plasma during the Oestrus cycle. J. Repr. Fert. 53: 167 – 171.
- Scaramuzzi, R.J. y J.A. Downing. 1995. The in vivo effects of fibroblast growth factor and epidermal growth factor on the secretion of oestradiol, androstenedione and progesterone by the autotransplanted ovary in the ewe. J. Endocr. 146: 301-311.
- Segura, J.C., L. Sarmiento, y O. Rojas. 1996. Productivity of Pelibuey and Blackbelly ewes in México under extensive management. Small Rum. Res. 21(1): 57-62.
- Smeaton, T.C. y H.A. Robertson. 1971. Studies on the growth and atresia of graafian follicles in the ovary of the sheep. J. Repr. Fert. 25: 243-252.
- Solomon, J. N. Cumberbatch, R. Austin, J. Gosalves y E. Seaforth. 2006. The production parameters of the Barbados Blackbelly and crossbred sheep in a controlled semi-intensive system. Livestock Research for Rural Development. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd18/4/solo18055.htm>.
- Souza, C.J.H., B.K. Campbell y D.T. Baird. 1995. Dynamics of sheep follicular growth during anoestrus. J. Repr. Fert. Abstracts Series No. 15, p 13.
- Smith, J.F. 1991. A review of recent developments on the effect of nutrition on ovulation rate (the flushing effect) with particular reference to research at Ruakura. Proc. N.Z. Soc.Anim. Prod. 51: 15-21.

- Snedecor, H y G. Cochran. 1980. Diseños estadísticos para especies animales. Ed. Mc. GrHill. pp 34-56.
- Stellflug, J.N., y J.G. Berardinelli. 2002. Ram mating behavior alter long – term selection for reproductive in Ramboulliet ewes. *J. Anim. Sci.* 80: 2588-2593.
- Stellflug, J.N. 2006. Comparison of cortisol, luteinizing hormone, and testosterone responses to a defined stressor in sexually inactive rams and sexually active female-oriented and male-oriented rams. *J. Anim. Sci.* 84: 1520-1525.
- Stellflug, J.N., N.E. Cockett y G.S. Lewis. 2006. Relationship between sexual behavior classifications of rams and lambs sired in a competitive breeding environment. *J. Anim. Sci.* 84: 463-468.
- Sweeney, T. y D. Callaghan O. 1996. Breeding season and ovulation rate in ewes treated with long days in spring followed by melatonin implant and exposure to a ram. *Anim. Sci.* 62: 507.
- Thimonier, J., M. Terqui, P. Chemineau. 1986. Conduite de la reproduction des petits ruminants dans les diferentes parties du monde. In : *Proc. of Int. Symp. Vienna.* pp 135-147.
- Ugalde, J.P.R.y J.R.S. García. 2002. Respuesta al efecto macho de primaras en condiciones de pastoreo y suplementación en trópico. *Téc. Pec. Méx.* 40 (3): 309-317.
- Underwood, E.J., F.L., Shier, N. Davenport. 1944. Studies in sheep husbandry in W.A.V., the breeding season in Merino Crossbred and British breed ewes in the agricultural districts. *J. Agr. Series.* 11: 135-143.

- Ungerfeld R. 2003. Reproductive responses of anestrus ewes to the introduction of rams. Tesis Doctoral. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.
- Valencia J.M., A. Porras, O. Mejía, J.M. Berruecos, J. Trujillo, y L. Zarco. 2006. Actividad reproductiva de la oveja Pelibuey durante la época del anestro: influencia de la presencia del macho. *Rev Científica Venezuela*. 16 (2): 1-15.
- Van Cleeff, J., G.E. Dahl, N.P., Evans, D.T. Mauger, F.J. Karsh y V. Padmanabhan. 1995. Existence of a GnRH-independent component of episodic FSH release in the natural luteal phase ewe. *J. Repr. Fert. Abstract*. 15: 41-42.
- Velimir, S., P. Vesna, B. Mioc, I. Stokovic y A. E.K. 2005. Seasonal variations in lamb birth weight and mortality. *Veterinarski Arhiv*. 75 (5): 375-381.
- Vincent, J.N., E.C. McQuown, y D.R. Notter. 2000. Duration of the seasonal anestrus in sheep selected for fertility in fall-lambing system. *J. Anim. Sci*. 78: 1149-1154.
- Wildeus, S., A. Maciulis, W.C. Foote, K.T. Traugott, y R.C. Evans. 1991. Lambing performance of St. Croix hair sheep ewes maintained in the dry lot under tropical and temperate climatic conditions. *J. Anim. Sci., Suppl.* 1, 69:52-53.
- Wildeus, S., J.R. Collins, y M.L. Gray. 1992a. Comparative ewe performance of Virgin Islands White (St. Croix) and Barbados Blackbelly hair sheep phenotypes under semi-arid tropical conditions. *J. Anim. Sci., Suppl.* 1, 70:279.
- Wildeus, S. 1992b. Effect of season and parity on lambing performance of St. Croix ewes grazing native pasture. *J. Anim. Sci., Suppl.* 1, 70:30.
- Wildeus, S. 2005. Accelerated lambing and out-of-season breeding with hair sheep. 2005 Hair Sheep Workshop. Virginia State University. USA.

- Woodfill, C.J.I., N. Wayne, S. Moenter y F.J. Karsch. 1994. Photoperiodic synchronization of circannual reproductive rhythm in sheep: Identification of Season-Specific Time Cues. *Biol. Repr.* 50: 965.
- Wodzicka-Tomaszewska, M., J.C.D., Hutchinson, J.W., Bennett. 1967. Control of the annual rhythm of breeding in ewes effect of an equatorial day length with reversed thermal seasons. *J. Agric. Sci. Camb.* 68: 61-67.
- Wright, P.J., Geytenbeek, P.E., Clarke, L.J., Hsokinson, R.M. 1989. The efficacy of ram introduction, GnRH administration, and immunization against androstenedione and oestrone for the induction of oestrus and ovulation in anoestrus post-partum ewe. *Anim. Repr. Sci.* 21: 237-247.
- Zarco Q.L., Rodríguez E.F., Angulo M.R.B., Valencia M.J. 1995. Female to female stimulation of ovarian activity in the ewe. *Anim Reprod Sci.* 39: 251-258.

VII. APÉNDICE

Cuadro 1a.- Efecto de la interacción del año con la época de nacimiento sobre el peso al nacer y al destete de crías de ovejas de pelo Saint Croix, del hato ovino perteneciente a la FAUANL.

Fuente variación:		Peso nacer (kg)			Peso destete (kg)	
Año nacimiento	Época nacimiento	n	C.M.	E.E.	C.M.	E.E.
1992	Primavera	(56)	2.904 ^a	0.233	15.25 ^a	1.038
	Verano	-	-	-	-	-
	Otoño	-	-	-	-	-
	Invierno	(103)	3.02 ^a	0.000	13.41 ^a	0.348
1993	Primavera	(40)	2.63 ^b	0.131	11.20 ^b	0.585
	Verano	-	-	-	-	-
	Otoño	(69)	2.93 ^a	0.096	9.79 ^c	0.429
	Invierno	(140)	2.84 ^{ab}	0.073	12.66 ^a	0.324
1994	Primavera	(52)	2.99 ^{ab}	0.108	14.05 ^a	0.479
	Verano	(33)	3.08 ^{ab}	0.124	10.49 ^b	0.555
	Otoño	(43)	2.85 ^b	0.112	11.33 ^b	0.499
	Invierno	(78)	3.10 ^a	0.089	10.50 ^b	0.397
1995	Primavera	(29)	3.00 ^{ab}	0.353	9.99 ^a	1.573
	Verano	(23)	2.92 ^b	0.114	9.65 ^a	0.509
	Otoño	-	-	-	-	-
	Invierno	(45)	3.28 ^a	0.121	8.75 ^a	0.541
1996	Primavera	(25)	3.07 ^a	0.190	12.28 ^a	0.845
	Verano	(22)	2.99 ^a	0.170	12.44 ^a	0.756
	Otoño	(23)	2.97 ^a	0.137	12.05 ^a	0.613
	Invierno	(56)	2.73 ^a	0.080	11.90 ^a	0.358
1997	Primavera	(9)	2.97 ^{ab}	0.133	12.13 ^a	0.592
	Verano	(23)	2.41 ^b	0.365	12.16 ^a	1.625
	Otoño	-	-	-	-	-
	Invierno	(45)	3.26 ^a	0.180	11.41 ^a	0.804
1998	Primavera	(48)	3.38 ^a	0.164	14.39 ^a	0.731
	Verano	-	-	-	-	-
	Otoño	-	-	-	-	-
	Invierno	(97)	2.97 ^b	0.090	12.20 ^b	0.401
1999	Primavera	(23)	3.27 ^a	0.109	12.45 ^a	0.486
	Verano	(25)	3.19 ^a	0.139	9.99 ^b	0.618
	Otoño	(20)	3.22 ^a	0.164	11.72 ^a	0.733
	Invierno	(58)	3.33 ^a	0.169	12.65 ^a	0.752

C.M. = Cuadrado medios; E.E.=error estándar

Cuadro 1a cont.- Efecto de la interacción del año con la época de nacimiento sobre el peso al nacer y al destete en ovejas de pelo Saint Croix, pertenecientes a la FAUANL.

Fuente variación:		Peso nacer (kg)		Peso destete (kg)		
Año nacimiento	Época nacimiento	n	C.M.	E.E.	C.M.	E.E.
2000	Primavera	(21)	2.86 ^b	0.121	11.29 ^a	0.538
	Verano	(19)	3.52 ^a	0.137	11.25 ^a	0.612
	Otoño	-	-	-	-	-
	Invierno	(58)	3.53 ^a	0.124	11.47 ^a	0.552
2001	Primavera	(31)	3.60 ^a	0.348	12.71 ^a	1.553
	Verano	(12)	3.35 ^a	0.190	13.11 ^a	0.847
	Otoño	(12)	3.65 ^a	0.104	11.82 ^a	0.463
	Invierno	-	-	-	-	-
2002	Primavera	(13)	2.62 ^b	0.166	13.70 ^a	0.738
	Verano	(25)	3.24 ^a	0.164	13.87 ^a	0.731
	Otoño	(16)	3.04 ^{ab}	0.277	14.29 ^a	1.233
	Invierno	(37)	2.87 ^b	0.177	11.56 ^b	0.789
2003	Primavera	(36)	3.36 ^b	0.161	14.07 ^a	0.718
	Verano	(21)	3.48 ^b	0.114	12.97 ^{ab}	0.506
	Otoño	(35)	3.77 ^a	0.158	12.19 ^b	0.703
	Invierno	(51)	3.79 ^a	0.158	12.94 ^{ab}	0.705
2004	Primavera	-	-	-	-	-
	Verano	(31)	3.06 ^{ab}	0.112	12.84 ^a	0.498
	Otoño	(43)	3.01 ^b	0.109	12.60 ^a	0.484
	Invierno	(80)	3.26 ^a	0.090	12.82 ^a	0.403
2005	Primavera	(43)	3.42 ^a	0.276	11.55 ^a	1.228
	Verano	(37)	3.14 ^a	0.127	13.23 ^a	0.565
	Otoño	(25)	3.29 ^a	0.095	13.07 ^a	0.425
	Invierno	(56)	2.95 ^a	0.087	13.83 ^a	0.386

C.M. = cuadrados medios; E.E.= error estándar; n = número de observaciones

Cuadro 2a.- Efecto de la interacción del año de nacimiento con el tipo de parto sobre el peso al nacer y al destete de crías de ovejas de pelo Saint Croix del rebaño ovino perteneciente a la FAUANL.

Año de Nacimiento	n	Tipo parto	Peso nacer (kg)		Peso destete (kg)	
			C.M.	E.E.	C.M.	E.E.
1992	79	Sencillo	3.43 ^a	0.120	15.53 ^a	0.535
	75	Doble	3.05 ^b	0.133	14.46 ^b	0.594
	5	Triple	2.41 ^c	0.202	12.99 ^b	0.900
1993	103	Sencillo	3.50 ^a	0.068	12.95 ^a	0.305
	139	Doble	2.88 ^b	0.065	10.95 ^b	0.288
	7	Triple	2.07 ^c	0.165	9.75 ^b	0.733
1994	95	Sencillo	3.52 ^a	0.071	13.07 ^a	0.315
	108	Doble	2.99 ^b	0.062	10.78 ^b	0.274
	3	Triple	2.50 ^c	0.184	10.92 ^b	0.822
1995	43	Sencillo	3.42 ^a	0.141	9.72 ^a	0.629
	49	Doble	2.94 ^b	0.132	8.94 ^a	0.588
	5	Triple	2.85 ^b	0.290	9.73 ^a	1.292
1996	51	Sencillo	3.03 ^a	0.100	12.27 ^a	0.444
	72	Doble	3.03 ^a	0.089	12.37 ^a	0.398
	2	Triple	2.76 ^a	0.186	11.86 ^a	0.827
1997	33	Sencillo	3.19 ^a	0.155	12.39 ^a	0.692
	40	Doble	2.93 ^a	0.135	12.40 ^a	0.601
	4	Triple	2.52 ^a	0.386	10.91 ^a	1.719
1998	65	Sencillo	3.54 ^a	0.103	14.21 ^a	0.461
	75	Doble	3.12 ^b	0.086	12.65 ^b	0.383
	5	Triple	2.88 ^b	0.254	13.02 ^{ab}	1.131
1999	54	Sencillo	3.52 ^a	0.091	13.25 ^a	0.408
	65	Doble	3.03 ^b	0.079	11.30 ^b	0.351
	7	Triple	3.21 ^{ab}	0.251	10.31 ^b	1.118
2000	43	Sencillo	3.59 ^a	0.104	11.99 ^a	0.461
	50	Doble	3.07 ^b	0.082	11.46 ^a	0.366
	5	Triple	3.25 ^{ab}	0.229	10.55 ^a	1.021
2001	25	Sencillo	3.65 ^a	0.159	12.75 ^a	0.708
	30	Doble	3.42 ^a	0.161	12.35 ^a	0.718
	-	Triple	-	0.000	0.000	0.000
2002	42	Sencillo	3.53 ^a	0.115	12.93 ^a	0.511
	46	Doble	3.11 ^b	0.102	13.17 ^a	0.454
	3	Triple	2.19 ^c	0.382	13.96 ^a	1.703
2003	67	Sencillo	3.65 ^a	0.078	12.73 ^a	0.347
	75	Doble	3.19 ^b	0.075	12.8 ^a	0.332
	1	Triple	3.95 ^a	0.323	13.6 ^a	1.440
2004	74	Sencillo	3.49 ^a	0.079	13.00 ^a	0.354
	77	Doble	3.08 ^b	0.066	13.10 ^a	0.295
	3	Triple	2.76 ^b	0.205	12.16 ^a	0.914
2005	81	Sencillo	3.50 ^a	0.085	12.70 ^a	0.378
	77	Doble	3.11 ^b	0.103	13.21 ^a	0.460
	3	Triple	3.00 ^b	0.194	12.88 ^a	0.867

N = número de observaciones; C.M. = cuadrados medios; E.E.= error estándar