



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

DIRECCION ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

**REPETIBILIDAD DE TASA DE OVULACIÓN EN OVEJAS SUFFOLK Y
CRIOLLAS CON ESTRO SINCRONIZADO Y NATURAL**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

PRESENTA:

ELSA YOLANDA NÚÑEZ HERNÁNDEZ



MAYO DE 1999

Chapingo, Estado de México.

901881

REPETIBILIDAD DE TASA DE OVULACIÓN EN OVEJAS SUFFOLK Y
CRIOLLAS CON ESTRO SINCRONIZADO Y NATURAL

Tesis realizada por Elsa Yolanda Núñez Hernández bajo la dirección del Comité
Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para
obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

DIRECTOR:



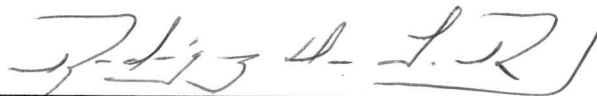
Ph. D. RAYMUNDO RANGEL SANTOS

ASESOR:



M.C. CARLOS A. APODACA SARABIA

ASESOR:



Ph. D. RAYMUNDO RODRÍGUEZ DE LARA

34152

REPETIBILIDAD DE TASA DE OVULACIÓN EN OVEJAS SUFFOLK Y
CRIOLLAS CON ESTRO SINCRONIZADO Y NATURAL

El jurado que revisó y aprobó el examen de Elsa Yolanda Núñez Hernández autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Producción Animal estuvo constituido por:

PRESIDENTE:



Ph. D. RAYMUNDO RANGEL SANTOS

ASESOR:



M.C. CARLOS A. APODACA SARABIA

ASESOR:



Ph. D. RAYMUNDO RODRÍGUEZ DE LARA

DEDICATORIA

A DIOS

A MIS PADRES:

MARCIA Y ROBERT, por su inmenso amor y confianza que me sirven de inspiración para ser cada día mejor persona, profesionista y sobre todo mejor hija.

A MIS HERMANOS:

MARTHA, HAIME Y CIRO, por ser mis mejores amigos de quienes en todos los momentos de mi vida he recibido cariño, comprensión, compañerismo e invaluableles apoyos.

A MIS TÍOS, PRIMOS Y SOBRINOS:

Por su cariño.

A MIS AMIGOS:

Adriana, Alejandro, Ale, Alfredo, Anacleto, Chava, Chío, Carlos, Consuelo, Concepción, Diana, Emma, Emmita, Francisco, Genaro, Jorge, José, Maribel, Mary, Pili y Pedro, quienes siempre han estado atentos a mis logros y por su estímulo para seguir superándome. Muy en especial a Eliseo Romero y Guadalupe Ávila.

A JOSÉ:

Por los agradables momentos que compartimos.

A G R A D E C I M I E N T O S

A la Universidad Autónoma Chapingo y al Departamento de Zootecnia, por su apoyo para la realización de la presente investigación y porque hicieron posible un logro más en mi vida profesional.

Al Gobierno del Estado de México.

Al Dr. Raymundo Rangel Santos por sus valiosos consejos, por el tiempo dedicado para el desarrollo de la investigación y por compartir conmigo parte de su sabiduría.

Al M. C. Carlos A. Apodaca Sarabia por su apoyo en todos los momentos, por su valiosa asesoría, por sus consejos y por ser una persona excepcional.

Al Dr. Raymundo Rodríguez de Lara por su colaboración y atención prestada para la conclusión del trabajo de investigación.

Al personal académico y administrativo del Posgrado en Producción Animal.

A mis compañeros de licenciatura y maestría que participaron en el desarrollo del trabajo de investigación, por su valiosa colaboración.

A mis compañeros de maestría con quienes compartí una parte importante de mi vida y de quienes aprendí tantas cosas.

DATOS BIOGRÁFICOS

I. DATOS PERSONALES

NOMBRE	ELSA YOLANDA NÚÑEZ HERNÁNDEZ.
LUGAR DE NACIMIENTO	MÉXICO, D.F.
PROFESIÓN	INGENIERO AGRÓNOMO ESP. EN ZONAS ARIDAS (SISTEMAS PECUARIOS).
CÉDULA PROFESIONAL	02105070

II. ESCOLARIDAD

PROFESIONAL	1989-1994	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO UNIDAD REGIONAL UNIVERSITARIA DE ZONAS ARIDAS (URUZA). BERMEJILLO, DURANGO.
	TESIS	"EFECTO DEL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO Y PRODUCTIVO SOBRE EL CAMBIO GÉNÉTICO DE PRODUCCIÓN DE LECHE"
PREPARATORIA	1986-1989	ESCUELA PREPARATORIA DE TEXCOCO. TEXCOCO DE MORA, ESTADO DE MÉXICO.
SECUNDARIA	1983-1986	ESCUELA SECUNDARIA OFICIAL NO. 258 "LUIS PASTEUR" SAN VICENTE CHICOLAPAN, ESTADO DE MÉXICO.
PRIMARIA	1977-1983	ESCUELA PRIMARIA "BENITO JUÁREZ" SAN VICENTE CHICOLAPAN, ESTADO DE MÉXICO.

III. PONENCIA

JULIO DE 1998	"TASA DE OVULACIÓN EN OVEJAS SUFFOLK Y CRIOLLAS CON ESTRO SINCRONIZADO Y NATURAL" ACAPULCO, MÉXICO
---------------	--

RESUMEN

ELSA YOLANDA NÚÑEZ HERNÁNDEZ

Repetibilidad de tasa de ovulación en ovejas Suffolk y Criollas con estro
sincronizado y natural

(Mayo de 1999)

(Bajo la dirección del Ph. D. Raymundo Rangel Santos)

Los objetivos del trabajo fueron determinar la tasa de ovulación (TO) en ovejas Criollas y Suffolk con estro sincronizado y natural en dos fases de estudio, estimar la repetibilidad y la posible ganancia en efectos permanentes en TO. Las variables reproductivas se analizaron por medio de pruebas de Chi-cuadrada. La retención de esponjas fue del 95 al 100%, la incidencia de estros sincronizados fue de 100% y de estros naturales de 82 a 95%, el porcentaje de gestación en la fase I y II para las ovejas Criollas fue de 72 y 57.14% y para las ovejas Suffolk de 64.4% y 62.07%, respectivamente. La TO promedio para las ovejas Criollas y Suffolk fueron de 1.0377 ± 0.1915 y de 1.2785 ± 0.4493 , respectivamente. La repetibilidad en ovejas Suffolk fue de 0.3242 ± 0.1073 . La posible ganancia en efectos permanentes puede ser de 0.1 a 0.2. La TO puede mejorarse en ovejas Suffolk por medio de selección.

Palabras-clave: Suffolk, Criollas, ovejas, tasa de ovulación, repetibilidad.

ABSTRACT

ELSA YOLANDA NÚÑEZ HERNÁNDEZ

Repeatability of ovulation rate in Suffolk and Creole ewes with synchronized and
natural oestrus
(May 1999)

(Under the direction of Ph. D. Raymundo Rangel Santos)

The objectives of the study were to determine ovulation rate (OR) of Creole and Suffolk ewes with synchronized and natural oestrus in two phases, to estimate repeatability and the possible gain in permanent effects of OR. The Chi-square test was used to analyze the reproductive traits. The loss of sponges was low (5%), the incidence of synchronized oestrus was 100% and the incidence of natural oestrus vary from 82 to 95%, the pregnancy rate in phase I and II for Creole ewes was 72 and 57.17% and for Suffolk ewes was of 64.4% and 62.07%, respectively. The mean OR for Creole and Suffolk ewes was 1.0377 ± 0.1915 and 1.2785 ± 0.4493 , respectively. The repeatability of OR in Suffolk ewes was 0.3242 ± 0.1073 . The gain in permanent effects might go from 0.1 to 0.2. OR in Suffolk ewes could be increase through selection.

INDEX WORDS: Suffolk, Creole, ewes, ovulation rate, repeatability.

El sentido de la vida

(Netzahualpilli)

*Puedes ir en la dirección que escojas:
hacia los cuatro rumbos del universo,
hacia los cuatro rincones del mundo.*

*Podrás ir solo o acompañado:
Si escoges compañía, tus compañeros
quizá caminen contigo una distancia
larga o corta y luego caminarás solo.*

*¡Aprende a vivir!
porque al final de tu vida,
no importa cuan lejos
hayan estado tus caminos
y tus días de existencia.*

*Habrás tenido que aprender la vida
y si no la aprendes, será entonces
demasiado tarde para empezar de nuevo,
demasiado tarde para todo,
excepto para el 'Remordimiento'.*

*Así que aprende este momento;
porque ningún hombre
ha vivido jamás más de una vida
y esa vida ha sido escogida por él mismo
y la mayor parte de ella la vive solo.*

¿Qué camino vas a tomar en la Tierra, y en compañía de quién?

ÍNDICE

TÍTULO	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	3
2.1. Situación de la ovinocultura.....	3
2.1.1. Parámetros reproductivos y productivos de las principales razas de ovinos de la región centro y sur del país.....	4
2.1.2. Tendencias en la producción.....	6
2.1.3. Programas de gobierno.....	8
2.2. Sincronización.....	9
2.3. Tamaño de camada (TC).....	11
2.3.1. Componentes biológicos.....	11
2.4. Tasa de ovulación.....	13
2.4.1. Principales factores que afectan la tasa de ovulación.....	13
2.4.1.1. Edad.....	14
2.4.1.2. Etapa de la estación reproductiva.....	15
2.4.1.3. Genotipo.....	16
2.5. Formas de mejorar la TO.....	16

2.5.1. Utilización de fármacos.....	18
2.5.1.1.Administración exógena de gonadotropinas.....	18
2.5.1.2.Inmunización.....	21
2.5.2. Modificación de la nutrición.....	25
2.5.3. Mejoramiento genético.....	26
2.5.3.1. Cruzamiento.....	27
2.5.3.2. Selección.....	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
3.1. Localización.....	36
3.2. Animales y manejo.....	36
3.2.1. Sincronización del estro.....	37
3.2.2. Incidencia y distribución de estros.....	37
3.2.3. Determinación de la tasa de ovulación.....	37
3.3. Apareamiento.....	38
3.4. Diagnóstico de gestación.....	39
3.5. Análisis estadísticos.....	40
IV. RESULTADOS	44
4.1. Parámetros reproductivos.....	44
4.1.1. Retención de esponjas.....	44

4.1.2. Incidencia y distribución de estros en ovejas con estro sincronizado.....	44
4.1.3. Incidencia y distribución de estros en ovejas con estro natural.....	45
4.1.4. Porcentaje de gestación.....	46
4.2. Parámetros genéticos.....	46
4.2.1. Tasa de ovulación.....	46
4.2.2. Repetibilidad de tasa de ovulación.....	47
V. DISCUSIÓN.....	49
VI. CONCLUSIONES.....	58
VII. LITERATURA CITADA.....	59

ÍNDICE DE CUADROS

No.	TÍTULO	Pág.
1.	Parámetros reproductivos de diferentes razas de ovejas en México.	5
2.	Parámetros productivos de diferentes razas de ovejas en México....	6
3.	Tasa de ovulación (TO) en ovejas de diferente raza y edad.....	15
4.	Tasa de ovulación (TO) en diferentes razas de ovejas.....	17
5.	Repetibilidad (r) de tasa de ovulación en diferentes razas de ovejas.....	29
6.	Heredabilidad (h^2) de tasa de ovulación en diferentes razas de ovejas.....	31
7.	Clases de acuerdo a la edad de la oveja.....	41
8.	Factores de ajuste por edad utilizados en la corrección de TO.....	43
9.	Distribución de estros por raza en la fase I.....	44
10.	Distribución de estros por raza en la fase II.....	45

11. Distribución de estros en la fase I en ovejas con estro natural.....	45
12. Distribución de estros en la fase II en ovejas con estro natural.....	45
13. Análisis de varianza para tasa de ovulación.....	46
14. Tasa de ovulación promedio por raza y edad.....	47
15. Tasa de ovulación en ovejas Suffolk en las dos fases de estudio.....	48
16. Ganancia promedio de TO en efectos permanentes para el siguiente ciclo reproductivo a través de selección con diferentes intensidades.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	TÍTULO	Pág.
1.	Variación de tasa de ovulación en ovejas Criollas.....	48

I. INTRODUCCIÓN

El comportamiento reproductivo es uno de los componentes más importantes en un sistema de producción de carne ovina. En México, el déficit de carne ovina en parte se explica por una pobre fertilidad, baja prolificidad (Cuadra *et al.*, 1990; González y Cuellar, 1991; Jalil *et al.*, 1993; Jiménez *et al.*, 1996) y una marcada estacionalidad reproductiva presentada por algunas razas de ovejas explotadas comercialmente (De Lucas *et al.*, 1983).

La cosecha neta de corderos que el productor tiene tanto para venta como para reemplazos de su rebaño (Turner y Young, 1969) se puede aumentar a través de la modificación de la tasa de ovulación, la cual es uno de los componentes biológicos que determina el tamaño de camada (Shoenian y Burfenin, 1990; Ap Dewi *et al.*, 1996).

La sincronización estral con progestágenos facilita la determinación de la tasa de ovulación, al reducir el tiempo de espera y observación del rebaño, pues permite tener una alta proporción de animales en un mismo estado del ciclo estral.

La tasa de ovulación se puede modificar por un periodo de tiempo corto (un ciclo estral), aumentando el nivel nutricional o mediante la inducción del crecimiento de folículos extra a través de la utilización de productos farmacológicos (Hughes y Valey, 1980; Evans y Maxwell, 1990).

La variabilidad en tasa de ovulación entre razas y dentro de raza ofrece la oportunidad de realizar mejoramiento genético, cuyos cambios logrados serán a largo plazo. En este sentido, los parámetros genéticos están relacionados con la selección de los animales que han de mantenerse en el hato y la repetibilidad es un parámetro genético que se utiliza para seleccionar los animales destinados a producir, asegurando con ello que en el siguiente ciclo productivo, los animales con el mejor comportamiento sean los que estén en el hato.

En la mayoría de las razas de ovinos presentes en el país no se han estimado parámetros genéticos (repetibilidad, heredabilidad y correlaciones) para tasa de ovulación, por lo cual los objetivos del presente trabajo son:

1. Determinar la tasa de ovulación en ovejas Suffolk y Criollas con estro sincronizado y natural.
2. Estimar la repetibilidad de la tasa de ovulación.
3. Desarrollar una estrategia para la formación de un rebaño de alta prolificidad.

II. ANTECEDENTES

2.1. Situación de la ovinocultura

La situación de la ovinocultura en México está relacionada con el desarrollo del país, la cual a la fecha enfrenta una problemática compleja resultado de las características de los sistemas de producción.

La población de ovinos es de aproximadamente 6.23 millones (DGG, 1998); de las cuales el 24.4% se localiza en los estados del norte, el 44.2% en el centro del país, el 14.4% en los estados del sur y el 16.2% en el resto del país. De acuerdo a las condiciones climáticas y de manejo, la producción ovina se ha dividido en tres regiones: norte, centro y sur.

Las razas Rambouillet y sus cruza se explotan bajo condiciones de pastizal semiárido en la región norte del país. El tamaño de los rebaños que ahí se encuentran varía de 50-200 cabezas. El destino de la lana fina es Texas, en los Estados Unidos de Norteamérica, mientras que los corderos con un peso vivo promedio de 35 kg se envían a la ciudad de México para consumo.

La principal raza que se ha explotando por años en la región centro, es la Criolla (mezcla de razas españolas), con influencias de Suffolk y Hampshire, aunque recientemente se ha incrementado el número de ovejas de la raza Polypay, Dorset y de razas de pelo como la Pelibuey, Black Belly y Saint Croix.

En la región centro las ovejas están en confinamiento parcial, durante el día pastorean praderas irrigadas o esquilmos de cosechas agrícolas. Durante los últimos cinco años se ha aplicado alta tecnología de manejo intensivo, como son la incorporación de dietas altas en energía. El tamaño de los hatos está en el rango de 50 a 150 cabezas. El principal destino de la producción de carne es la ciudad de México.

Las principales razas que se explotan en la región sur son la Criolla y la Pelibuey. Esta región se caracteriza por ser la menos desarrollada, limitada adopción de tecnología, pobre manejo y baja productividad (Lara, 1996; DGG, 1998).

2.1.1. Parámetros reproductivos y productivos de las principales razas de ovinos de la región centro y sur del país

Las características reproductivas tales como la fertilidad y la prolificidad son los principales factores que determinan la rentabilidad del sistema de producción ovina (Matos *et al.*, 1997) y esto repercute en la cantidad de corderos que el productor tiene tanto para venta como para reemplazos de su rebaño (Turner y Young, 1969).

La fertilidad en diferentes razas oscila de 79-100% y la prolificidad de 1 a 2.32%, destacando la raza Pelibuey y Black Belly como razas prolíficas (Cuadro 1), por lo que se puede considerar como una opción para realizar cruzamientos con razas del altiplano.

La raza que le sigue en comportamiento es la Suffolk. Sin embargo, ésta aun no tiene el comportamiento reproductivo presentado en Estados Unidos (Torres y Sánchez, 1992), pero es factible de alcanzarse, mejorando las prácticas de manejo y realizando mejoramiento genético (Lara *et al.*, 1990).

Cuadro 1. Parámetros reproductivos de diferentes razas de ovejas en México.

Raza	Fertilidad	Prolificidad	Mortalidad	Estado	Autor (es)
	%				
Suffolk	93.60	151	5.70	México	Lara <i>et al.</i> (1990)
Corriedale	82.88	126	28.00	S. L. P.	Ochoa (1991)
Criolla	83.80	100	12.00	México	González y Cuéllar (1991)
Rambouillet	87.20	123	2.17	Guanajuato	Morales <i>et al.</i> (1993)
Pelibuey	79-100	107-169	11-29	Trópico	González (1997)
Black Belly	81.00	152-232	11-46	Trópico	González (1997)
Promedio	86.78	145	18.11		

Las ovejas Pelibuey y Black Belly, se pueden considerar en México como razas prolíficas. Sin embargo, antes de considerarlas como una opción se debe analizar su comportamiento productivo, caracterizado por bajos pesos al nacimiento (Cuadro 2), en comparación con el resto de las razas.

Cuadro 2. Parámetros productivos de diferentes razas de ovejas en México.

Raza	PN	PD	GDPP	Estado	Autor (es)
	(kg)				
Suffolk	4.45	21.57	0.210	México	Meraz <i>et al.</i> (1997)
Suffolk	4.86	26.35		México	Lara <i>et al.</i> (1990)
Corriedale	3.55	13.01	0.110	S. L. P.	Meraz <i>et al.</i> (1997)
Criolla	3.26	10.56	0.140	México	Meraz <i>et al.</i> (1997)
Rambouillet	4.17	16.82	0.184	México	Meraz <i>et al.</i> (1997)
Rambouillet	3.91	26.97	-	Guanajuato	Morales <i>et al.</i> (1993)
Pelibuey	2.58	13.25	0.108 ^p	Tabasco	Díaz <i>et al.</i> (1991)

PN = peso al nacimiento, PD = peso al destete, GDPP = Ganancia diaria de peso pos destete, ^p = ganancia diaria predestete

2.1.2. Tendencias en la producción

En la actualidad, el principal sistema de producción ovina es carne, pues debido al bajo nivel tecnológico y deficiente infraestructura la industria de la lana no continuo con su crecimiento iniciado en los años 1800's. Por otra parte, la producción de leche, aunque no es conocida en el país, existe un mercado potencial para los productos lácteos resultando en una opción para los productores de ovinos (Lara, 1996). De esta manera, las tendencias en la producción son sobre los productos antes mencionados.

Producción de carne. La población de aproximadamente 6.23 millones de ovejas genera una producción de 30, 000 toneladas de carne (DGG, 1998), pero existe una demanda que excede a la oferta (CANACINTRA, 1994-1995).

Esta diferencia es cubierta con importaciones de carne en canal de Estados Unidos de América y carne congelada de Australia y Nueva Zelanda, principalmente.

La situación deficitaria justifica la búsqueda de alternativas para incrementar la productividad, como el uso de razas especializadas, aplicación de estrategias alimenticias, selección de los mejores animales reproductores, así como la integración a sistemas de producción intensivos (Lara, 1996).

Producción de lana. La Industria Textil Mexicana es una de las cinco mejores del mundo. Sin embargo, el 95% de la lana utilizada en la fabricación de ropa para exportación, es importada. Esto se debe a que la infraestructura existente para trabajar la lana es escasa y de baja tecnología, destinando la producción de lana nacional a la manufactura de algunas artesanías. Debido al precio del vellón sucio y problemas de comercialización las razas de lana se han empezado a reemplazar por razas de pelo como la Dorper, tratando de dar un giro a este sistema, de lana a carne (Lara, 1996).

Producción de leche. El sistema de producción es desconocido en México, aunque se importan varias toneladas de queso Manchego y Roquefort de España y Francia (CANACINTRA, 1994-1995); lo que señala un potencial de mercado de estos productos. Sin embargo, aunque ya existen algunas razas lecheras en el país éstas no han sido evaluadas lo que representa una

limitante para el desarrollo de ésta industria. Por otra parte, con el objetivo de aumentar el número de ovejas lecheras en el país se ha recurrido a la importación pero no ha sido posible satisfacer completamente las necesidades, pues en la actualidad no se pueden importar animales vivos directamente de su país de origen.

2.1.3. Programas de gobierno

El Gobierno Federal con la participación del gobierno estatal, en los últimos 20 años ha implementado algunos programas para aumentar la productividad de la ovinocultura (Lara, 1996). A través de los programas de “Ganado mejor” y de “Mejoramiento genético” se pretende fomentar la repoblación del hato para lograr un aumento en la producción de carne y lana a través de la incorporación de sementales y vientres de buena calidad genética (Diario Oficial, 1998).

El esfuerzo realizado por el programa de “Mejoramiento genético” mediante el otorgamiento de 7,000 sementales (Lara, 1996) de las razas Suffolk, Hampshire, Dorset, Corriedale, Rambouillet y Pelibuey evaluados por características fenotípicas como; apariencia, tamaño y conformación (Young *et al.*, 1996) es limitado debido a que se espera un aumento genético de poco impacto. Esto debido a la deficiente exactitud del criterio de selección como indicador del valor genético del animal, a la falta de estimación de parámetros

genéticos, la variación genética del carácter y el intervalo generacional (Warwick y Legates, 1980).

2.2. Sincronización de estros

El objetivo de los fisiólogos en reproducción es que a través del conocimiento del ciclo estral se desarrollen técnicas para su manipulación (Hansel y Convey, 1983), como la sincronización de estros y aprovechar de esta manera que una gran proporción de ovejas se encuentran en el mismo estado del ciclo de producción, permitiendo que la producción de corderos se simplifique pues se hace un uso más eficiente de los recursos y se facilita su venta al tener una época de partos compacta (Henderson *et al.*, 1984a).

La sincronización de estros en ovinos, inicialmente se llevaba a cabo mediante la administración oral o subcutánea de progestágenos, pero a partir de los trabajos realizados por Robinson (1964), se empezó a realizar la administración de los progestágenos utilizando dispositivos intravaginales.

El ciclo estral de las ovejas se puede sincronizar de dos formas. La primera, se basa en el tratamiento (por 12-14 días) con un compuesto progestacional (progesterona, acetato de medroxiprogesterona o fluorogestona) y la segunda en un tratamiento con prostaglandinas (dos inyecciones a intervalos de 9 días) o cualquiera de sus análogos (Henderson *et al.*, 1984a).

El tratamiento progestacional inhibe el pico preovulatorio de la hormona luteinizante (LH) impidiendo la manifestación de estro y ovulación (Bonino y Hughes, 1996). Al término del tratamiento bajan los niveles de progesterona y aumentan los niveles de estrógeno induciendo un pico de LH y finalmente ocurre la ruptura del folículo maduro. Las ovejas muestran estro dentro de un periodo de 12-72 h postratamiento (Cunningham *et al.*, 1967; Henderson *et al.*, 1984a), logrando con esto servir (natural o artificialmente) del 60 al 100% de los animales en ese intervalo de tiempo (Hansel y Convey, 1983).

Los tratamientos progestacionales pueden ser acompañados con la administración intramuscular de gonadotropina sérica de la yegua preñada (PMSG), dos días antes de la remoción del dispositivo (Roche, 1968), con lo que se reduce el tiempo de aparición del estro (Roche, 1968; Colas, 1975; Rangel *et al.*, 1997), se estimula la tasa de ovulación, se mejora la fertilidad, se logra una mejor sincronización del estro y la ovulación, haciendo posible su utilización fuera de la época de cría (Azzarini y Valledor, 1990).

La sincronización con prostaglandinas se basa en la lisis del cuerpo lúteo y por tanto ésta técnica sólo es aplicable a ovejas en época de cría (Henderson *et al.*, 1984a).

La mortalidad embrionaria es un componente del TC y está asociado con la TO. La tasa de fertilización promedio para ovejas es cercana al 90%, pero la fertilidad es generalmente menor. Los factores que causan tal situación son varios, uno de ellos es la mortalidad embrionaria (Boland y Crosby, 1993).

La mortalidad embrionaria generalmente se encuentra en un rango de 20-30%, pero algunos factores ambientales pueden contribuir a un aumento en las pérdidas embrionarias (Haresing, 1985). Varios autores coinciden en señalar que existe una relación directa entre TO y mortalidad embrionaria, pues al aumentar la primera automáticamente aumenta la mortalidad (Hanrahan, 1974; Bindon, 1984 y Ricordeau *et al.*, 1990).

Ricordeau *et al.* (1990) encontraron pérdidas embrionarias de 13, 21 y 28% en ovejas Romanov, cuando la TO fue de tres, cuatro o cinco cuerpos lúteos. Resultados similares observaron Shoenian y Burfening (1990), ovejas con ovulaciones simples tuvieron una tasa de sobrevivencia embrionaria mayor (73%) que aquellas ovejas que mostraron ovulaciones dobles (61%) o triples (40%).

La mortalidad embrionaria en parte se atribuye a anormalidades cromosómicas presentes en los días 2, 13-14 ó en los días 24-32 de gestación (Boland y Crosby, 1993; Beck *et al.*, 1996). La alta mortalidad embrionaria en ovejas con TO alta puede estar asociada con cambios en las secreciones del útero en la

gestación temprana determinadas por los patrones de secreción de hormonas antes y después de la ovulación; es decir, los animales al tener ovulaciones múltiples en un rango de tiempo mayor que las ovejas con ovulación simple, ocasionan una asincronía entre el inicio de la secreción de progesterona en la gestación temprana y el estado de desarrollo individual de los embriones (Wilmot *et al.*, 1985).

2.4. Tasa de ovulación

El término tasa de ovulación se utiliza para describir el número de óvulos liberados en un ciclo estral (Hughes y Varley, 1980), se determina contando el número de cuerpos lúteos presentes en la superficie de los ovarios y representa potencialmente el límite superior del tamaño de camada (Hanrahan, 1974).

2.4.1. Principales factores que afectan la tasa de ovulación

La TO está afectada por dos grupos de factores, el primer grupo incluye a aquellos factores intrínsecos al animal tales como la edad, genotipo y etapa de la estación reproductiva.

El segundo grupo incluye a los factores intrínsecos al animal pero que pueden modificarse en un periodo corto de tiempo, como son la nutrición y la utilización de productos farmacológicos (Hughes y Valey, 1980; Evans y Maxwell, 1990).

2.4.1.1. Edad

Las ovejas en su primer estación reproductiva tienen una tasa de ovulación menor, debido a una menor incidencia de ovulaciones múltiples (Scaramuzzi y Radford, 1983; Ap Dewi *et al.*, 1996; Beck *et al.*, 1996), llegando al máximo a los 3-5 años (Evans y Maxwell, 1990; Ricordeau *et al.*, 1990). Este comportamiento está de acuerdo con los resultados mostrados por Shoenian y Burfening (1990), quienes observaron que en ovejas Rambouillet la TO aumentó con la edad de 1.08 a 1.66 en ovejas de 2 y 5 años de edad, respectivamente, pero ésta declinó a 1.62 en ovejas de seis años de edad.

Ricordeau *et al.* (1990) reportan que la TO en Romanov varió con la edad, de 2.74 a los 10 meses a 4.25 en ovejas adultas. Sin embargo, ellos observaron que la TO de ovejas jóvenes en estro natural está correlacionado con la TO inducida en ovejas adultas, representando la TO un buen criterio de selección a edades tempranas.

Meyer (1985) al analizar registros de ovejas, encontró que la edad de la oveja tuvo un efecto significativo sobre TO ($P < 0.01$). Las ovejas de 3.5 y 2.5 años de edad tuvieron una TO 20% y 14% respectivamente más alta que las ovejas de 1.5 años de edad (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tasa de ovulación (TO) en ovejas de diferente raza y edad.

Raza del semental ^a	1.5 años		2.5 años		3.5 años		Media ^b
	TO	No.	TO	No.	TO	No.	
Romney	1.06	65	1.19	46	1.37	37	1.16
Oxford	1.39	61	1.62	40	-	-	1.51
Finn	2.03	63	2.05	45	2.18	38	2.04
German W. Mutton	1.17	59	1.27	33	1.56	36	1.28
Border Leicester	1.38	73	1.58	34	1.35	20	1.41
Cheviot	1.29	73	1.34	35	1.68	19	1.38
Dorset	1.44	94	-	-	1.57	27	1.43
Booroola Merino	2.06	89	-	-	-	-	-
Finn x Romney	1.3	70	1.92	26	-	-	1.61

^a. Las madres fueron ovejas Romney, ^b. Medias de mínimos cuadrados

2.4.1.2. Etapa de la estación reproductiva

La TO en muchas razas de ovejas va en aumento desde el inicio de la estación de cría hasta llegar al máximo a la mitad de la estación y disminuye cuando se acerca el anestro (Evans y Maxwell, 1990; Cottle, 1991).

En México De Lucas *et al.* (1983), observaron en ovejas Corriedale, Suffolk y Romney que el 80% de los estros ocurrieron de septiembre a diciembre, mostrando su mayor actividad ovárica a finales de verano y principio de invierno.

De Lucas y García (1991) encontraron que ovejas Rambouillet presentaron su mayor actividad ovárica en los meses de mayo y junio. Sin embargo, al determinar la TO obtuvieron valores de 1.1, 1.4, 1.1 y 1.1 para los meses de marzo a junio, respectivamente.

2.4.1.3. Genotipo

La TO es una característica que tiene un grado considerable de variación genética entre razas (Scaramuzzi y Radford, 1983) y un factor determinante en la prolificidad del rebaño (Nawaz y Meyer, 1991). Sin embargo, aunque la mayoría de las razas de ovejas tienen una TO entre uno y dos existen razas prolíficas cuya TO excede de tres, tal como se muestra en el cuadro 4.

Al aumentar la TO promedio también aumenta la variación, por tanto la prolificidad puede mejorarse a través de selección genética, lo que indica que la variación observada dentro de raza es debida a efectos genéticos aditivos (Scaramuzzi y Radford, 1983; Haresing, 1985)

2.5. Formas de mejorar la TO

La mayoría de las razas de ovejas son capaces de mantener y criar dos corderos. Sin embargo, el tamaño medio de las camadas de varias razas es menor de dos, lo que representa una fuente potencial de pérdida reproductiva (Evans y Maxwell, 1990).

La pérdida del potencial reproductivo en parte se debe a que en la oveja como en otros rumiantes el número de óvulos liberados es bajo en comparación con el número de folículos que crecen en el ovario (230-400/animal) durante el ciclo estral (Haresing, 1985; Banoïn *et al.*, 1991).

Cuadro 4. Tasa de ovulación (TO) en diferentes razas de ovejas.

Raza	No.	TO	Autor (es)
Criolla	24	1.00	Núñez <i>et al.</i> (1998)
Criolla	22	1.04	Núñez <i>et al.</i> (1998)
Criolla	16	1.06	Trejo <i>et al.</i> (1998)
Corriedale	330	1.13	Rodríguez-Iglesias <i>et al.</i> (1992)
Sardi	50	1.13	Boujenane <i>et al.</i> (1991)
Rambouillet	10	1.18	De Lucas y García (1991)
Suffolk	43	1.20	Núñez <i>et al.</i> (1998)
Suffolk	36	1.27	Núñez <i>et al.</i> (1998)
Rambouillet	233	1.43	Shoenian y Burfening (1990)
Coopworth	22	1.68	Nawaz y Meyer (1991)
Rambouillet	1864	1.75	Matos <i>et al.</i> (1997)
Rambouillet	1712	1.75	Waldron y Thomas (1992 ^a)
Polypay	36	1.94	Nawaz y Meyer (1991)
Black Belly	--	2.04	Rojas <i>et al.</i> (1992)
Black Belly	6184	2.20	Mahieu <i>et al.</i> (1989)
Cambride	544	2.60	Ap Dewi <i>et al.</i> (1996)
D'man	571	2.78	Boujenane <i>et al.</i> (1996)
Cambride	969	3.60	Ap Dewi <i>et al.</i> (1996)
Romanov	1369	2.74-4.25	Ricordeau <i>et al.</i> (1990)
Finnsheep	611	3.00-3.69	Ricordeau <i>et al.</i> (1990)

El TC se puede aumentar estimulando la TO. Evans y Maxwell (1990) mencionan que para lograr un TC de dos la TO se debe aumentar a tres, pues pueden ocurrir pérdidas embrionarias. La TO se puede estimular mediante la utilización de fármacos, modificación de la nutrición o mediante mejoramiento genético (Hanrahan, 1974; Evans y Maxwell, 1990; Banoïn *et al.*, 1991; De Lucas *et al.*, 1991).

2.5.1. Utilización de fármacos

La utilización de fármacos se refiere a la administración exógena de gonadotropinas en la fase folicular del ciclo estral o a la inmunización o interferencia con mecanismos de retroalimentación hipófisis/ovario para la producción extra de gonadotropina endógena. Los dos sistemas estimulan el crecimiento de uno o más folículos extra (Evans y Maxwell, 1990).

2.5.1.1. Administración exógena de gonadotropinas

Las gonadotropinas exógenas más comúnmente utilizadas para la ovulación son extractos de hipófisis de caballo, cerdo y ovino o suero de yegua gestante (Evans y Maxwell, 1990).

Administración de PMSG. La PMSG es una glicoproteína con alto contenido de ácido siálico (Sherwood y McSchan, 1977), secretada por las copas endometriales del útero equino. Su función es parecida a la de la hormona folículo estimulante y a la hormona luteinizante.

La gonadotropina de la yegua gestante se utiliza para inducir ovulaciones extras y frecuentemente para promover el desarrollo folicular en programas de superovulación y transferencia de embriones. El alto contenido de ácido siálico le proporciona una vida media larga por lo cual la hace más efectiva que la FSH (Kaltenbach y Dunn, 1980). La técnica de inducir ovulación en ovejas va acompañada con la aplicación de progesterona o progestágenos. El método

más simple y más práctico es mediante la utilización de esponjas intravaginales (Evans y Maxwell, 1990; Romano *et al.*, 1996).

Romano *et al.* (1996) al administrar 250 U.I. de PMSG en ovejas Corriedale obtuvieron un aumento de 6% en el TC, al pasar de 1.13 a 1.20 corderos. En este estudio el aumento fue pequeño debido a la dosis aplicada. La administración de >400 U.I. de PMSG puede dar un aumento en la tasa de ovulación de aproximadamente 0.5 (Killen y Moore, 1970; Cottle, 1991). La utilización de dosis mayores de PMSG da por resultado aumentos significativamente importantes en la TO.

Killen y Moore (1970) estudiaron el efecto de dos niveles de PMSG (0 y 750 U. I.) sobre la TO y fertilidad de ovejas Merino. Los autores observaron un efecto positivo de la aplicación de PMSG sobre la respuesta folicular. Las ovejas que recibieron 750 U.I. de PMSG mostraron un mayor número de cuerpos lúteos (3.2) que las ovejas testigo (1.2). Este aumento en la TO se vio reflejado en el aumento del TC de 1.12 a 1.66.

La administración de PMSG también se utiliza en programas de superovulación. Al respecto Quirke *et al.* (1987) estudiaron el efecto de la aplicación de diferentes dosis de PMSG (0, 375, 750, 1500 U.I.) en ovejas de alta y baja prolificidad, ellos encontraron que las ovejas de genotipo prolífico tuvieron una TO mayor que las ovejas de baja prolificidad. Las razas Finn,

D'Man y Merino Booroola x Romney tuvieron una TO promedio de 10 en respuesta a 1500 U. I. de PMSG. Estos autores recomiendan la posibilidad de aumentar el TC en razas de baja prolificidad al aumentar la dosis de PMSG. Sin embargo, en razas prolíficas no deben aplicarse más de 750 U. I. de PMSG para aumentar el TC, pues da como resultado una reducción en el número de corderos nacidos. La administración de dosis altas de PMSG se recomiendan para obtener respuestas superovulatorias y se utilizan en programas de transferencia de embriones.

Administración de FSH. La FSH es una glicoproteína formada por dos cadenas (α y β) de aminoácidos con peso molecular de 32700 a 33200 y de 37300 Daltons para la FSH equina y bovina, respectivamente.

La FSH participa en el desarrollo folicular temprano, interviene en la formación del antro del folículo y actúa sinérgicamente con los estrógenos para formar los receptores a FSH y LH en las células de granulosa (Kaltenbach y Dunn, 1980). Para estimular la ovulación se ha utilizado como fuente de gonadotropinas exógenas el extracto de pituitaria anterior equina (Boland *et al.*, 1983) y recientemente dosis altas de hormona folículo estimulante porcina (FSHp) y ovina. Sin embargo, los extractos hipofisarios tienen una vida media corta, por lo que se requiere una administración frecuente y su uso en inseminación artificial es limitado.

La administración de fuentes purificadas de FSH de origen hipofisiario cobra importancia en los programas de superovulación (Evans y Maxwell, 1990) en donde se requiere un alto número de ovulaciones. En programas de superovulación Smith (1984), Cognie *et al.* (1985) y Boscos *et al.* (1997) han utilizado diferentes dosis para inducir superovulación, ellos encontraron un efecto significativo de la aplicación de FSHp sobre el número de cuerpos lúteos.

Smith (1984), observó que al pasar de una dosis de 0 a 30 mg. de FSHp aumentó la TO de 1.86 a 10.73, el investigador observó que la dosis de FSHp no tuvo efecto significativo ($P>0.05$) sobre otras estructuras ováricas, fertilidad y degeneración de los embriones. Resultados similares reportan Boscos *et al.* (1997). En este experimento se obtuvieron tasas de fertilidad bajas, pero no se debió a la técnica de superovulación sino al número de sementales utilizados al momento del apareamiento, una vez que en un grupo de ovejas Chios sólo utilizaron un semental mientras que en los otros grupos de ovejas (Friesan) utilizaron más de un semental.

2.5.1.2. Inmunización

El uso de técnicas de inmunización para aumentar la TO ha tenido éxito en ovejas. Las hembras reciben inmunización, lo que reduce el efecto de retroalimentación negativo, tanto de esteroides ováricos como de inhibina, sobre el hipotálamo e hipófisis. Como consecuencia de ello, aumenta la

secreción de gonadotropinas, específicamente de FSH, desarrollándose más folículos preovulatorios (Evans y Maxwell, 1990).

Inmunización contra inhibina. La inhibina es una hormona glicoprotéica, heterodímera formada por dos subunidades y es producida por las células de la granulosa en hembras y por las células de Sertoli en los machos (Ganong, 1991; Glencross, 1992; Findlay *et al.*, 1993; Terqui *et al.*, 1995).

La TO está regulada por la secreción de FSH y las hormonas que regulan la secreción de FSH a través de un mecanismo de retroalimentación negativa son la inhibina y el estradiol (Campbell y Scaramuzzi, 1995).

La secreción de inhibina refleja el número total de folículos antrales grandes mientras que la secreción de estradiol refleja el número de folículos dominantes, de este modo la inmunización pasiva o activa contra inhibina puede resultar en un cambio en la secreción de FSH (Baird *et al.*, 1991) y producir un aumento en la TO.

Los inmunógenos contra inhibina utilizados actualmente para manipular la secreción de las gonadotropinas se clasifican en tres categorías: a) líquido folicular, esperando probablemente una mayor respuesta inmunogénica; b) péptidos sintéticos, se sintetizan los primeros 25-35 aminoácidos de la subunidad alfa de inhibina y se conjugan con una proteína transportadora y c)

combinación de subunidades alfa, a la fecha se ha obtenido una mezcla de subunidades alfa bovina y subunidades alfa humana (Findlay *et al.*, 1993).

La TO en ovejas de diferentes razas puede aumentarse de 57 (Henderson *et al.*, 1984b) hasta 292% (Wheaton *et al.*, 1992) mediante la utilización de la técnica de inmunización contra inhibina. Sin embargo, no se ha encontrado en todos los casos relación estrecha entre la TO y la secreción de FSH, lo cual puede deberse a que la TO está controlada por mecanismos intraováricos y no endócrinos (Haresing, 1985; Meyer *et al.*, 1991; Kusina *et al.*, 1995).

La variación entre razas en la respuesta a la inmunización puede explicarse debido a diferencias en la sensibilidad de los folículos ováricos a la estimulación de las gonodotropinas, ocasionado por influencia genética, ya que algunas razas (Suffolk) requieren de un pequeño aumento en la secreción de FSH para afectar la TO (Meyer *et al.*, 1991; Findlay *et al.*, 1993).

Inmunización contra androstenediona. La androstenediona es un andrógeno secretado por los ovarios y glándulas adrenales, cuantitativamente es el principal esteroide secretado antes de la ovulación en varias especies animales y es el precursor en la biosíntesis de estrógenos (Scaramuzzi *et al.*, 1977).

La inmunización contra androstenediona se basa en la neutralización de las acciones biológicas de las hormonas endógenas a través de la formación de un complejo antígeno-anticuerpo (Boland y Crosby, 1993).

Los anticuerpos formados en respuesta a la vacunación inhiben parcialmente el efecto de retroalimentación negativo de los andrógenos y estrógenos ováricos sobre la glándula pituitaria anterior (Scaramuzzi *et al.*, 1977; Fitzgerald *et al.*, 1985; Alifakiotis, 1986). La inmunización aumenta significativamente los pulsos de LH (Scaramuzzi *et al.*, 1977).

La aplicación de la vacuna en el primer año debe realizarse en dos ocasiones, la primera en la semana cinco y la segunda en la semana dos o tres antes del apareamiento o de la inseminación. Los efectos de la inmunización persisten por varias semanas. La inmunización para las siguientes estaciones se obtiene al aplicar nuevamente inyecciones (Hanrahan y Quirke, 1985; Evans y Maxwell, 1990; Cottle, 1991).

La vacunación contra androstenediona produce un aumento promedio en la prolificidad de 20% (11-48%) en ovejas cruzadas y sólo de 16% (0-33%) en ovejas Merino (Hanrahan y Quirke, 1985; Cottle, 1991).

La vacuna no debe aplicarse a ovejas que normalmente tienen una prolificidad menor a 70% o mayor a 150% (Scaramuzzi y Martín, 1984; Boland y Crosby,

1993). En razas lecheras ovinas la inmunización contra androstenediona aumentó hasta en 0.57 el tamaño de camada.

El aumento en el TC da como resultado una disminución en el peso al nacimiento de corderos provenientes de ovejas inmunizadas, ésta situación se debe a que el manejo nutricional entre las ovejas fue similar, sin importar el número de productos presentes en cada oveja gestante (Alifakiotis, 1986).

Los resultados de los experimentos demuestran que la TO puede mejorarse utilizando la inmunización contra androstenediona, sin afectar el largo del ciclo estral con la ventaja de evitar la superovulación (Scaramuzzi *et al.*, 1977; Webb y Morris, 1988).

2.5.2. Modificación de la nutrición

La influencia de la nutrición sobre el comportamiento reproductivo es compleja y no está claramente entendida. La variación en el nivel nutricional antes del apareamiento y la condición corporal al momento de éste tienen un efecto marcado sobre el número de ovulaciones y la sobrevivencia embrionaria que repercuten finalmente sobre el tamaño de camada (Wilmut *et al.*, 1985).

Smith (1985), realizó un experimento en el que utilizó cuatro grupos de ovejas de dos razas, proporcionándole a cada grupo de cada raza (Coopworth y Romney) una dieta diferente, una con un nivel de proteína cruda de 20% y otra

con un nivel de proteína cruda de 14%, ambas dietas isoenergéticas (11 Mj de energía metabolizable/Kg de materia seca). El investigador observó que las ovejas Coopworth y Romney alimentadas con un nivel alto de proteína presentaron 62% y 50% de ovulaciones múltiples, respectivamente. Las ovejas de las mismas razas pero alimentadas con un nivel bajo de proteína sólo presentaron un 38% y 12% de ovulaciones múltiples respectivamente.

Rojas *et al.* (1992) al proporcionarles antes del apareamiento a ovejas Black Belly en pastoreo tres niveles de suplementación (0, 200 y 400 g/día de concentrado con 12% de proteína cruda y 2.9 Mcal/Kg de M.S.) no encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre tratamientos, no obstante ellos observaron un aumento de 23% y 16% en la TO en los niveles 200 y 400 g/día de concentrado, con respecto al nivel 0 g/día de concentrado. Al aumentar el nivel protéico en la dieta o de suplementación aumenta el porcentaje de ovejas con ovulaciones múltiples y con ello la incidencia de partos múltiples.

2.5.3. Mejoramiento genético

El mejoramiento genético ofrece la posibilidad de aumentar la producción a partir de los recursos existentes. La base del mejoramiento es el aprovechamiento de la variación genética a través del aumento de la frecuencia de los alelos favorables (Land *et al.*, 1989).

2.5.3.1. Cruzamiento

En la reproducción ovina, la variación entre razas ha sido reconocida y utilizada en cruzamientos (Land *et al.*, 1989) aprovechando las diferencias en los efectos genéticos directos y maternos así como utilizando el aumento en la heterocigocidad. En relación a lo anterior, Dickerson (1973) ha realizado evaluaciones sobre el empleo óptimo de las razas en diferentes cruzamientos.

Boyland (1985), utilizó cruzamientos entre una raza prolífica (Finn) con razas de baja prolificidad (Suffolk y Terghee) con fines de utilizar la variabilidad existente en TO para mejorar el TC, observando un aumento sustancial en el número de corderos nacidos. Al obtener la F1(Finn x Suffolk) mejoró en 50 % el TC de ovejas Suffolk al pasar de 1.21 a 1.82 y en 60% para la F1(Finn x Terghee) al pasar de 1.18 a 1.89. Sin embargo, antes de decidir un esquema de cruzamiento, debe estimarse la heterosis de las posibles cruzas, de lo contrario, las condiciones de manejo pueden ser una limitante importante en el comportamiento de los ovinos cruzados (Dickerson, 1973).

2.5.3.2. Selección

Los parámetros genéticos (repetibilidad, heredabilidad y correlación genética) son de importancia en la selección de los animales que han de mantenerse en el hato, ya sea como productores en el siguiente ciclo productivo o como progenitores de la siguiente generación.

Repetibilidad (r). La repetibilidad en una descomposición de la varianza fenotípica y genética Warwick y Legates (1980), la definen como la proporción de las siguientes varianzas:

$$r = \frac{\sigma_a^2 + \sigma_d^2 + \sigma_i^2 + \sigma_{pe}^2}{\sigma_a^2 + \sigma_d^2 + \sigma_i^2 + \sigma_{pe}^2 + \sigma_{te}^2}$$

donde:

σ_a^2 = varianza genética aditiva

σ_d^2 = varianza genética por efectos de dominancia

σ_i^2 = varianza genética por efectos de epistasis

σ_{pe}^2 = varianza del ambiente permanente

σ_{te}^2 = varianza del ambiente temporal

La repetibilidad se utiliza para predecir la capacidad más probable de producción de un individuo, la cual consiste en el primer paso para realizar la selección de animales destinados a producir y para estimar el aumento o cambio logrado en la característica de interés a través de la selección (Turner y Young, 1969; Fahmy, 1989).

La estimación de repetibilidad para TO es útil para aumentar la precisión de la evaluación genética de las ovejas y de esta forma mejorar la tasa de progreso genético de la característica al reducir el intervalo generacional.

Las estimaciones de repetibilidad de TO tienen una gran variación, la cual está en el rango de -0.20 (Fahmy, 1989) a 0.66 (Hanrahan y Quirke, 1985). Las variaciones se deben a diferencias en los grupos genéticos, las edades, las etapas de la estación de cría, las condiciones nutricionales y los métodos estadísticos utilizados en las estimaciones (Cuadro 5).

Cuadro 5. Repetibilidad (r) de tasa de ovulación en diferentes razas de ovejas.

Raza	No.	r	Método de estimación	Autor (es)
½ D ¼ L ¼ S	18	-0.20	Correlación intraclase	Fahmy (1989)
Rambouillet	1864	0.23	Modelo animal lineal	Matos <i>et al.</i> (1997)
Sardi	758	0.24	ANAVA-jerárquico	Boujenane <i>et al.</i> (1991)
F1 Sardi x D'man	443	0.24	ANAVA-jerárquico	Boujenane <i>et al.</i> (1991)
Rambouillet	1864	0.25	Modelo de semental lineal	Matos <i>et al.</i> (1997)
Rambouillet	1712	0.26	REML	Waldron y Thomas (1992a)
Galway (G)	147	0.27	Mínimos cuadrados	Hanrahan y Quirke (1985)
F2 Sardi x D'man	103	0.29	ANAVA-jerárquico	Boujenane <i>et al.</i> (1991)
Rambouillet	1864	0.29	Modelo de semental umbral	Matos <i>et al.</i> (1997)
F x G	467	0.37	Mínimos cuadrados	Hanrahan y Quirke (1985)
D'man	296	0.44	ANAVA-jerárquico	Boujenane <i>et al.</i> (1991)
Cambridge	106	0.45	DFREML	Glazko <i>et al.</i> (1997)
Merino	93	0.45	Máxima verosimilitud	Carrik <i>et al.</i> (1976)
Cambridge	969	0.55	DFREML	Ap Dewi <i>et al.</i> (1996)
Finn (F)	595	0.66	Mínimos cuadrados	Hanrahan y Quirke (1985)

ANAVA = análisis de varianza. REML= estimación de máxima verosimilitud restringida.

DFREML = estimación de máxima verosimilitud restringida y libre de derivadas.

D = Dorset. L =Leicester. S = Suffolk.

La repetibilidad para TO puede ser alta si sólo un gen está afectando la TO de la población como sucede en los rebaños de Merino Booroola. Por otra parte,

en razas como la D'man la repetibilidad es alta, pero la TO está bajo acción poligénica (Boujenane *et al.*, 1991).

Heredabilidad (h^2). En un sentido estrecho la h^2 es la proporción de la varianza fenotípica debida a la varianza genética aditiva (Falconer, 1970). Es un parámetro genético que se emplea para estimar el valor genético de los animales para características cuantitativas y para predecir la respuesta a la selección (Van Vleck *et al.*, 1987).

Las estimaciones de h^2 para TO van de 0.16 (Glazko *et al.*, 1997) a 0.90 (Rodríguez-Iglesias *et al.*, 1992), lo que indica que existe variación genética aditiva, la cual ha sido aprovechada en los sistemas de selección por diferentes investigadores (Cuadro 6).

Las diferencias en las estimaciones de h^2 pueden estar relacionados a la TO media. Por ejemplo, algunas de las estimaciones de h^2 altas son de ovejas como la Finn la cual tiene una TO promedio alta (Ricordeau *et al.*, 1990). Las estimaciones de h^2 de baja magnitud se asocian con ovejas con baja TO.

Las diferencias en estimaciones de heredabilidad para una misma raza se pueden deber a diferencias en la edad de los animales, nivel productivo y número de animales incluidos en la estimación.

Cuadro 6. Heredabilidad (h^2) de tasa de ovulación en diferentes razas de ovejas.

Raza	No.	h^2	Método de estimación	Autor (es)
Cambridge	106	0.16	DFREML	Glazko <i>et al.</i> (1997)
Cambridge	544	0.18	DFREML	Ap Dewi <i>et al.</i> (1996)
Rambouillet	1712	0.18	REML	Waldron y Thomas (1992a)
Rambouillet	1747	0.23	Modelo animal lineal	Matos <i>et al.</i> (1997)
Rambouillet	1747	0.28	Modelo animal umbral	Matos <i>et al.</i> (1997)
Galway (G)	147	0.32	Mínimos cuadrados	Hanrahan y Quirke (1985)
Cambridge	969	0.34	DFREML	Ap Dewi <i>et al.</i> (1996)
Corriedale	330	0.34	REML-normal	Rodríguez-Iglesias <i>et al.</i> (1992)
Rambouillet	1747	0.42	Modelo de semental lineal	Matos <i>et al.</i> (1997)
Finn (F)	595	0.50	Mínimos cuadrados	Hanrahan y Quirke (1985)
Rambouillet	1747	0.58	Modelo de semental umbral	Matos <i>et al.</i> (1997)
Corriedale	330	0.90	REML-probit	Rodríguez-Iglesias <i>et al.</i> (1992)

DFREML= estimación de máxima verosimilitud restringida y libre de derivadas.

REML= estimación de máxima verosimilitud restringida.

Las diferencias también se pueden atribuir al método de estimación, cuando se utiliza modelo animal todas las relaciones de parentesco son consideradas y cuando se utiliza el modelo de semental, únicamente se toma en cuenta la relación entre sementales y si la intensidad de selección es más fuerte en machos que en hembras, entonces se está subestimando la varianza genética y como consecuencia se obtiene una menor estimación de heredabilidad (Matos *et al.*, 1997).

Correlación genética. Es la asociación entre dos caracteres debido a la acción pleiotrópica de los genes aunque el ligamiento también es una causa

transitoria de la correlación sobre todo en poblaciones derivadas de cruzamiento entre estirpes divergentes.

La correlación genética entre dos caracteres es de interés por la acción genética que se manifieste en el carácter a mejorar, por los cambios que se produzcan por selección indirecta artificial y por los efectos de la selección natural (Falconer, 1970).

Waldron y Thomas (1992a) y Ap Dewi *et al.* (1996), encontraron que la correlación genética entre TO y TC es cercana a 1, lo cual sugiere que ambas características están virtualmente controladas por los mismos genes y se puede lograr un aumento en TC a través de la selección por TO.

Efectividad de la selección. La selección se realiza utilizando la variabilidad de TO existente dentro de una raza y la magnitud de la respuesta a la selección está dada por: la intensidad de selección (i), la heredabilidad (h^2) de TO y la desviación estándar genética (σ_g) (Waldron y Thomas, 1992b). Estas variables pueden ser optimizadas para maximizar la tasa de mejoramiento a través de diferentes sistemas de selección (Ávalos y Smith, 1987).

El objetivo de utilizar la TO como criterio de selección es para aumentar el TC. Hanrahan (1987) ha demostrado que una determinación de TO es más eficiente en la respuesta a la selección que un sólo registro de TC. Las

ventajas de utilizar TO como criterio de selección sobre TC son: la TO puede determinarse más de una vez antes del apareamiento, mientras que el TC sólo puede obtenerse una sola vez después del parto, con lo que se reduce el intervalo generacional de 3.0 a 2.5 años y se aumenta el progreso genético de 1.3% a 2.7% con respecto a la media.

Turner (1978) al realizar selección masal por un periodo de 30 años en ovejas Merino mejoró en 0.8 óvulos la TO. Ella propuso la formación de tres líneas de ovejas (O, ovejas con $TC=1$; T, ovejas con $TC=2$ y B, ovejas con $TC \geq 3$) con tres niveles de prolificidad. Las líneas se formaron al seleccionar de acuerdo al criterio anterior, a las crías y a sus madres en sus tres primeros partos, adicionalmente, se aplicó un coeficiente de clasificación, en el que se involucró la h^2 para TC, el número de apareamientos, la repetibilidad de TC, el TC promedio del hato y el TC promedio por grupo de edad. Con este esquema, la respuesta inicial a la selección en ovejas de 2-4 años de edad para la línea T fue de +0.26 y para B de +0.72 corderos/oveja/parto, en ambas respecto a O. La respuesta a la selección en los siguientes años en la línea T fue de +0.02 y para la línea B de 0.11 corderos/oveja/año, con respecto a O.

El tamaño de camada, está correlacionado con otras características, como la TO y circunferencia escrotal, basándose en lo anterior Waldron y Thomas (1992b), estimaron la respuesta a la selección para mejorar tamaño de camada en ovejas, utilizando diferentes esquemas y criterios de selección.

La respuesta a la selección individual directa del 50% de las hembras con TC como criterio de selección fue de +0.038 corderos/oveja/generación y debido a la alta correlación genética entre TC y TO (aproximadamente la unidad), cuando se utiliza TO como criterio de selección se espera un aumento de +0.036 corderos/oveja/generación.

El empleo de información de los parientes de ambos sexos para la construcción de un índice de selección para TC, da un aumento de +0.073 corderos/oveja/generación y si se emplea un índice de selección para TO da un aumento de +0.068 corderos/oveja/generación. La máxima respuesta se obtiene cuando se utiliza un índice de selección con TC, TO y circunferencia escrotal, con una mejora de 0.097 corderos/oveja/generación.

En cerdos, Cunningham *et al.* (1979), realizando selección masal en 9 generaciones, obtuvo una respuesta de +3.71 óvulos en la línea seleccionada con respecto a la línea sin seleccionar y aunque no hubo respuesta correlacionada entre TO y TC se observó que el TC aumenta de 8.5 en la generación 0 a 11 lechones en la generación 9.

Por otra parte, Ávalos y Smith (1987), utilizaron un índice de selección familiar en cerdos, basándose en la información de la madre, hermanas completas y medias hermanas de la madre y de los parientes del padre se seleccionaron en

promedio 3 hembras y 3 machos de la primera camada. Bajo este esquema, la tasa de cambio genético (con un TC promedio de 10 ± 2.85 lechones, un coeficiente de variación de 0.29, $h^2=0.10$, desviación estándar genética = 0.90, $r=0.15$, proporción de apareamiento 1:10 e intervalo generacional de un año) estimada fue de 0.47 lechones/año.

Ávalos y Smith (1987), recomiendan los sistemas de selección de hembras hiperprolíficas sólo para establecer un hato núcleo a partir de una población sin seleccionar, pero no para alcanzar respuestas continuas a la selección, pues para lograr un segundo ciclo de selección, es necesario contar con suficiente progenie de las hembras seleccionadas y aplicar una alta intensidad de selección. Ellos concluyen que ni la selección de hembras hiperprolíficas, ni la prueba de progenie pueden igualar la respuesta económica de un índice de selección.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

El estudio se realizó en dos épocas de empadre (fase I y II, respectivamente). La fase I se llevó a cabo de octubre a diciembre de 1997 y la fase II de septiembre a noviembre de 1998, ambas en la Granja Experimental del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, localizada a los 19° 32' de latitud norte y 98° 53' de longitud oeste, a 2250 m.s.n.m.; el clima es templado con lluvias en verano, la temperatura media anual de 15°C y la precipitación de 644.8 mm anuales (García, 1981).

3.2. Animales y manejo

En las dos fases de estudio se tomaron datos de dos ciclos estrales de las ovejas, en la fase I se utilizaron 59 ovejas Suffolk y 25 ovejas Criollas y en la fase II 63 ovejas Suffolk y 33 ovejas Criollas. Los animales se alojaron en corrales y recibieron una dieta basada en ensilado de maíz, concentrado comercial con 12% de proteína cruda, bloque de sales minerales y agua a libre acceso. Dos semanas antes de la introducción de las esponjas, los animales fueron desparasitados mediante una aplicación de 1 ml/ 50 kg de peso vivo de Ivomec-F (Ivermectina-clorsulon; Prosalud) y vitaminados con 2 ml/ 50 Kg de peso vivo de vitaminas ADE (ADE-Provena).

3.2.1. Sincronización del estro

La sincronización del estro, en las dos fases de estudio se realizó mediante la utilización de esponjas intravaginales de poliuretano, impregnadas con 40 mg de acetato de fluorogestona (FGA; Chrono-gest, Intervet).

Las esponjas se colocaron en el fondo de la vagina utilizando un émbolo y espéculo vaginal de acrílico lubricado con bovoflavina (Química Hoechst). La remoción de las esponjas se realizó 13 días posteriores a su colocación.

3.2.2. Incidencia y distribución de estros

La incidencia y distribución de estros, en las fases I y II, se verificó en dos ciclos estrales de ovejas Suffolk y Criollas. El primero fue en ovejas con estro sincronizado, es decir 24 h posremoción de las esponjas por un periodo de 72 h y el segundo 14 días posteriores para detectar ovejas con estro natural en un periodo de 7 días. Las observaciones en ambos ciclos estrales se realizaron dos veces por día (a las 7:00 y 19:00 h). En ovejas Criollas se detectaron los estros mediante la introducción de machos Criollos enteros provistos de mandil y en Suffolk con machos Suffolk x Rambouillet vasectomizados.

3.2.3. Determinación de la tasa de ovulación

Las observaciones de TO se realizaron en los dos ciclos estrales en cada fase. La TO se determinó mediante laparoscopia (Richard Wolf Medical Instruments

Corp., Rosemont, IL), contando el número de cuerpos lúteos presentes en la superficie de ambos ovarios.

Las determinaciones se realizaron entre los días 7 y 9 del ciclo estral sincronizado y natural, para obtener un total de cuatro determinaciones por oveja.

3.3. Apareamiento

Las ovejas Criollas y Suffolk en la fase I, recibieron monta natural controlada en el estro natural, para lo cual se utilizaron 2 sementales Suffolk y 2 sementales Criollos. Los sementales fueron introducidos a los corrales de las ovejas y se les dio dos servicios/oveja, el primero cuando la oveja fue detectada en estro y el segundo 12 h más tarde. Las ovejas que fueron servidas se llevaron a otro corral.

Las ovejas de ambas razas en la fase II, se inseminaron con la técnica de inseminación artificial transcervical, utilizando semen fresco en dosis de 200×10^6 células espermáticas provenientes de 2 sementales Suffolk y 2 sementales Criollos de fertilidad conocida.

La inseminación se llevó a cabo en ovejas en estro natural 12 h posteriores a su detección. Para la inseminación, las ovejas se colocaron en posición dorso-

ventral en una camilla y sus miembros posteriores fueron retraídos hasta la altura del cuello.

El cervix se localizó con la ayuda de un espéculo (con una abertura lateral de 1 cm de ancho y 15 cm de largo) acompañado de una fuente de luz y se fijó con una pinza Bozman, la cual se colocó en la abertura del espéculo para permitir una visión amplia y no tener obstáculos para introducir en el canal del cervix la pistola de inseminación transcervical (Rangel, 1997), con el objetivo de depositar el semen en el lumen del útero en un periodo máximo de 5 minutos.

Las ovejas que retornaron a estro, en las dos fases fueron servidas con monta natural por sementales de la misma raza.

3.4 Diagnóstico de gestación

El diagnóstico de gestación, en la fase I se realizó a los 55 días posapareamiento, utilizando un ultrasonido (SSD-500 Aloka, Corp. Ltd. Richmond, B. C.) con un transductor lineal rectal de 7 mHz.

En la fase II, el diagnóstico de gestación se consideró como la proporción de ovejas que no retornaron a estro entre 14 y 20 días posteriores a la inseminación.

3.5. Análisis estadísticos

Las variables analizadas se dividieron en dos grupos: a) parámetros reproductivos y b) parámetros genéticos.

a) Parámetros reproductivos: retención de esponjas, incidencia y distribución de ovejas con estro sincronizado y natural y porcentaje de gestaciones. Las diferencias entre razas se analizaron mediante tablas de contingencia y pruebas de Chi-cuadrada.

b) Parámetros genéticos: Tasa de ovulación, se estimó la repetibilidad de TO y la ganancia en efectos permanentes al realizar selección para el siguiente ciclo productivo.

El número total de observaciones de TO de ovejas Criollas fue de 106, de las cuales sólo 4 fueron de ovulación múltiple y pertenecían a 2 ovejas, por lo que se consideró conveniente no estimar la repetibilidad de TO, debido a que la varianza fue pequeña (0.0378) para poder obtener los componentes de varianza.

La estimación de repetibilidad en ovejas Suffolk se llevó a cabo utilizando el método de regresión para variables discretas descrito por Turner y Young (1969). Este consistió en agrupar por su comportamiento en la primera determinación de TO en tres categorías (1, 2 y 3), obteniendo el número de

ovejas y el promedio de TO en cada clase en las posteriores determinaciones, para calcular:

$$\hat{T}_{1i} = Y_{2i} - Y_{1i}$$

$$\hat{T}_{2i} = Y_{3i} - Y_{2i}$$

Y_{1i} = promedio de TO en la categoría 1 de la determinación i

Y_{2i} = promedio de TO en la categoría 2 de la determinación i

Y_{3i} = promedio de TO en la categoría 3 de la determinación i

Finalmente, la repetibilidad se estimó con la fórmula:

$$r = \frac{\sum w_{1i} \hat{T}_{1i}}{\sum w_{1i}} \quad (i = 2, 3 \text{ y } 4)$$

donde:

$$w_{1i} = \frac{(k-1)n_1n_2}{n_1 + n_2} \quad w_{2i} = \frac{(k-1)n_2n_3}{n_2 + n_3}$$

k = no. de determinaciones de TO

n_1 = no. de ovejas en la categoría 1

n_2 = no. de ovejas en la categoría 2

n_3 = no. de ovejas en la categoría 3

Para analizar TO, se utilizó el procedimiento CATMOD incluido en el paquete computacional SAS (1989) y fue necesario agrupar las ovejas en clases de acuerdo a la edad (Cuadro 7) y tipo de ovulación.

Cuadro 7. Clases de acuerdo a la edad de la oveja.

Clase	Edad (años)
1	Menores de 2.0
2	2.0 a 3.0
3	3.0 a 4.5
4	4.5 a 6.0
5	Mayores de 6.0

La clase 1 para TO, incluyó ovejas con ovulaciones sencillas y la clase 2 incluyó ovejas con ovulaciones múltiples.

El modelo utilizado para determinar los efectos significativos sobre TO fue:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + E_j + \varepsilon_{ijk}$$

donde:

- Y_{ijk} = Variable de respuesta
- μ = Efecto de la media poblacional
- R_i = Efecto de la i-ésima raza
- E_j = Efecto de la j-ésima clase de edad
- ε_{ijk} = Error aleatorio.

En análisis preliminares, el modelo incluía los efectos de ciclo estral y año de medición, pero se eliminaron del modelo final pues resultaron no significativos.

La repetibilidad estimada se utilizó para determinar el tiempo necesario para establecer un rebaño de 30 ovejas con alta prolificidad empleando diferentes intensidades de selección, y que el rebaño formado sea la generación base. La predicción de la ganancia en efectos permanentes al formar un rebaño de alta

prolificidad se realizó a partir de la clasificación de los animales basándose en la habilidad real de producción de cada oveja, utilizando como criterio de selección la tasa de ovulación media ajustada por edad mediante la utilización de un factor de ajuste aditivo (Cuadro 8).

Cuadro 8. Factores de ajuste por edad utilizados en la corrección de TO.

Edad (años)	Factor de ajuste
Menores de 2.0	+ 0.1018
2.0 a 3.0	+ 0.1010
3.0 a 4.5	0
4.5 a 6.0	+ 0.2398
Mayores de 6.0	+ 0.3039

La estimación de la ganancia en efectos permanentes se realizó mediante la fórmula:

$$\Delta s = r \sigma_p i$$

donde:

Δs = Ganancia en efectos permanentes

r = Repetibilidad

σ_p = Desviación estándar fenotípica

i = Intensidad de selección

IV. RESULTADOS

4.1. Parámetros reproductivos

4.1.1. Retención de esponjas

En la fase I del trabajo de investigación, se encontró que el 5% de las ovejas Suffolk perdieron las esponjas intravaginales antes del término del tratamiento con progestágenos, mientras que el 100% de las ovejas Criollas conservaron las esponjas hasta el momento de su retiro.

El 3% de las ovejas Criollas en la fase II, perdieron las esponjas antes del término del tratamiento con progestágenos. El 100% de las ovejas Suffolk conservaron la esponja hasta el término del tratamiento.

4.1.2. Incidencia y distribución de estros en ovejas con estro sincronizado

La distribución de estros posremoción de las esponjas se muestran en los cuadros 9 y 10. En la fase I y II el 100% de las ovejas Criollas y Suffolk que no perdieron la esponja mostraron estro. Sin embargo, en ambas fases la distribución de estros entre las dos razas fue estadísticamente diferente ($P < 0.05$).

Cuadro 9. Distribución de estros por raza en la fase I.

Raza	No.	Inicio de estro (h) media $\pm$ d.s.	Distribución de ovejas en estro				
			24 h	36 h	48 h	60 h	72 h
Criolla	25	59.28 $\pm$ 15.52	2 (8.0)	3 (12.0)	10 (40.0)	2 (8.0)	8 (32.0)
Suffolk	59	49.32 $\pm$ 8.34	4 (6.8)	18 (30.5)	34 (57.6)	3 (5.1)	0 (0)

($P < 0.05$). Los números entre paréntesis indican el porcentaje de ovejas. d.s. = desviación estándar.

Cuadro 10. Distribución de estros por raza en la fase II.

Raza	No.	Inicio de estro (h)	Distribución de ovejas en estro				
		media $\pm$ d.s.	24 h	36 h	48 h	60 h	72 h
Criolla	33	60.55 $\pm$ 10.85	1 (3)	1 (3)	15 (45.5)	11 (33.3)	5 (15.2)
Suffolk	63	57.04 $\pm$ 12.19	0 (0)	17 (27)	22 (34.9)	15 (23.8)	9 (14.3)

($P < 0.05$). Los números entre paréntesis indican el porcentaje de ovejas. d.s. = desviación estándar.

4.1.3. Incidencia y distribución de estros en ovejas con estro natural

La incidencia de estros en el ciclo estral posterior al tratamiento con progestágenos en la fase I fue de 100% para las ovejas Criollas y de 79.66% para las ovejas Suffolk (Cuadro 11).

Cuadro 11. Distribución de estros en la fase I en ovejas con estro natural.

Raza	No.	Largo ciclo	Distribución de estros (%), de acuerdo al día del ciclo estral					
		estral (días)	15	16	17	18	19	20
Criolla	25	17.46 $\pm$ 0.83	0 (0)	2 (8.0)	12 (48.0)	7 (28.0)	4 (16.0)	0 (0)
Suffolk	47	17.49 $\pm$ 1.44	2 (4.3)	11 (23.4)	11 (23.4)	12 (25.5)	7 (14.9)	4 (8.5)

El 81.82 % de las ovejas Criollas en la fase II mostraron estro en el periodo de observación y el 95.24% de las ovejas Suffolk (Cuadro 12).

Cuadro 12. Distribución de estros en la fase II en ovejas con estro natural.

Raza	No.	Largo ciclo	Distribución de estros (%), de acuerdo al día del ciclo estral					
		estral (días)	15	16	17	18	19	20
Criolla	27/33	17.70 $\pm$ 0.95	1 (3.7)	1 (3.7)	8 (29.6)	12 (44.4)	5 (18.5)	0 (0)
Suffolk	60/63	17.68 $\pm$ 2.15	2 (3.3)	11 (18.3)	22 (36.7)	19 (31.7)	2 (3.3)	4 (6.7)

En ambas fases la distribución de estros entre razas fue estadísticamente similar ($P > 0.05$).

4.1.4. Porcentaje de gestación

El porcentaje de gestación para la fase I fue de 72% para las ovejas Criollas y de 64.4% para las ovejas Suffolk.

En la fase II, el porcentaje de gestación (en un ciclo estral, utilizando inseminación transcervical), fue de 57.14 para las ovejas Criollas y de 62.07 para las ovejas Suffolk. En las dos fases no existió diferencia estadística ($P>0.05$) entre razas.

4.2. Parámetros genéticos

4.2.1. Tasa de ovulación

Se observaron diferencias significativas ($P<0.05$) en TO por raza y edad (Cuadro 13 y 14).

Cuadro 13. Análisis de varianza para tasa de ovulación.

Fuente de variación	Grados de libertad	Chi-cuadrada	Probabilidad
Intercepto	1	69.89	0.0000
Raza	1	22.67	0.0000
Edad	4	19.73	0.0000
Proporción de verosimilitud	4	5.63	0.2287

La TO media en ovejas Suffolk fue superior ($n = 219$; $\bar{x} = 1.2785 \pm 0.4493$) a la de las ovejas Criollas ($n = 106$; $\bar{x} = 1.0377 \pm 0.1915$).

Cuadro 14. Tasa de ovulación promedio por raza y edad.

Edad (años)	No.	Criolla	No.	Suffolk
< 2.0	24	1.0417 ± 0.2041	34	1.0588 ± 0.2388
2.0 - 3.0	33	1.0000 ± 0.000	46	1.3696 ± 0.4880
3.0 - 4.5	37	1.0810 ± 0.2767	51	1.4706 ± 0.5041
4.5 - 6.0	10	1.0000 ± 0.0000	52	1.2308 ± 0.4254
> 6.0	02	1.0000 ± 0.0000	36	1.1667 ± 0.3780
Promedio	106	1.0377 ± 0.1915	219	1.2785 ± 0.4493

El número total de observaciones de TO para ovejas Suffolk fue de 219, del cual el 72.15% corresponden a ovulaciones simples y el 27.85% a ovulaciones múltiples. En el caso de las ovejas Criollas, del total de observaciones el 96.23% fue para ovulaciones sencillas y el 3.77% de ovulaciones múltiples.

El mayor valor de TO se encontró a la edad de 3 - 4.5 años, en las dos razas, se observó que a edades inferiores o mayores de este rango la TO fue inferior.

4.2.2. Repetibilidad de tasa de ovulación

La variación observada para TO en ovejas Suffolk se muestra en el cuadro 15 y para Criollas en la figura 1 (variación expresada como desviación respecto a la media). La repetibilidad de TO para ovejas Suffolk fue de 0.3242 ± 0.1073 .

Cuadro 15. Tasa de ovulación (TO) de ovejas Suffolk en las dos fases de estudio

Clases de TO en la fase I	Media de TO en la fase I	No. de ovejas	No. de ovejas en la fase II con TO de:					Media de TO en la fase II
			1.0 – 1.3	1.3 – 1.6	1.9 – 2.2	2.2 – 2.5	2.5 – 3.1	
1.0 – 1.3	1.15	34	21	6	7	-	-	1.39
1.3 – 1.6	1.45	8	6	1	1	-	-	1.30
1.9 – 2.2	2.05	9	1	3	3	1	1	1.88
2.2 – 2.5	2.35	1	-	-	1	-	-	2.05
2.5 – 3.1	2.95	1	1	-	-	-	-	1.15
Total	1.46	53						1.47

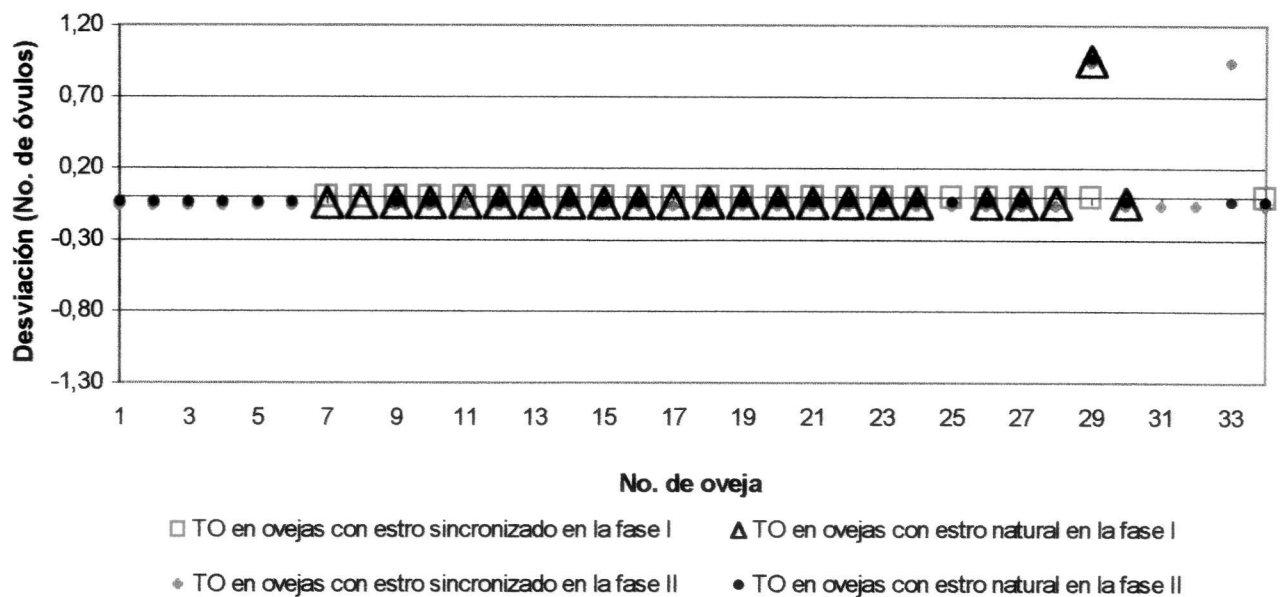


Fig 1. Variación de tasa de ovulación en ovejas Criollas.

V. DISCUSIÓN

El porcentaje de esponjas que se perdieron antes del término del tratamiento fue entre 0 y 5% para ambas fases del trabajo. Estos valores son similares a los reportados por Romano *et al.* (1996) de 5% en ovejas Corriedale utilizando FGA, por Rangel *et al.* (1997) de 0% en ovejas Pelibuey utilizando FGA y por Salas *et al.* (1997) de 3.45% en ovejas Criollas utilizando MAP. Los resultados son inferiores a los valores encontrados por Ainsworth y Shrestha (1983) de 11.67% y Romano *et al.* (1996) de 17.8% utilizando MAP.

Ainsworth y Shrestha (1983) explican sus resultados basándose en la distribución de la pérdida de esponjas a lo largo del tratamiento, descartando como causa fallas en la colocación de las esponjas. Alifakiotis *et al.* (1982), señalan que el alto porcentaje de pérdida de esponjas impregnadas con MAP puede deberse al diseño de la esponja (forma, tamaño y textura), más que a la técnica de colocación.

Los resultados de incidencia de estros posremoción de esponjas en ambas razas y fases (100%) son superiores a los encontrados por Roche (1968) de 66.67% en ovejas cruzadas y detectando estros en un periodo de 53 h posremoción de las esponjas, Martemuzzi *et al.* (1984) de 61.76% en ovejas Merino en un lapso de tiempo de observación de 78 h y Rangel *et al.* (1997) de 95% en ovejas Pelibuey, en todos los casos utilizando FGA como progestágeno.

El tiempo promedio desde la remoción de la esponja hasta la manifestación del estro son valores superiores a los encontrados por Roche (1968) de 32 h, Ávila *et al.* (1997) de 47.25 h y Rangel *et al.* (1997) de 34.34 h. Las diferencias en los tiempos promedio y distribución en estros entre las razas puede deberse a diferencias en condición corporal entre los animales y diferencias en la calidad del alimento ofrecido a los animales (Faure *et al.*, 1983).

El conocimiento de la distribución de estros y el tiempo promedio al cual se inicia el estro en ovejas tratadas con progestágenos es importante, sobre todo si los animales se inseminan a tiempo fijo. Sin embargo, por la naturaleza de la investigación, la importancia de conocer estas variables es con fines metodológicos para planear la realización de la laparoscopia y llevar a cabo la determinación de la TO.

Las ovejas Criollas en la fase I y Suffolk en la fase II del trabajo tuvieron una alta incidencia de estros en el siguiente ciclo estral postratamiento con progestágenos (estro natural), reflejando una alta eficiencia en la detección de estros; mientras que las ovejas Suffolk en la fase I y Criollas en la fase II tuvieron una incidencia de estros baja, pero similar a la observada por Taljaard *et al.* (1991) de 86% entre los días 16 y 19 del ciclo estral. La baja incidencia de estros se puede deber a dos razones; la primera, es que en el siguiente ciclo estral postratamiento con progestágenos cierto porcentaje de ovejas ya no

ciclan o muestran estro silencioso (Taljaard *et al.*, 1991) y la segunda, es que los machos marcadores pueden tener fallas para detectar ovejas en estro (Hunter, 1964; Restall *et al.*, 1976; Knight *et al.*, 1979).

Los promedios de los ciclos estrales de las dos razas de ovejas en las dos fases son similares a los observados por Boshoff *et al.* (1975) de 17.7 ± 3 días pos-sincronización y Taljaard *et al.* (1991) de 17.83 ± 0.69 días. Lo que indica que la manipulación de la oveja (laparoscopia) para determinar la TO no afectó el largo del ciclo estral.

Los porcentajes de gestación para ovejas Criollas y Suffolk en la fase I con servicio natural son comparables a los reportados por Lightfoot y Smith (1968) de 71 y 64%, con servicio natural, sin utilizar progestágenos pero con una proporción de 1:40 y 1:100 sementales/oveja, respectivamente, pero durante un periodo de apareamiento de 6 semanas; Bryant y Tomkins (1975) de 64.6% utilizando 60 mg de MAP y una proporción semental/ovejas de 1:12 por un periodo de 72 h; Boland *et al.* (1981) de 76 y 69% utilizando 30 mg FGA y una proporción semental/ovejas de 1:10 por un periodo de apareamiento de 96 h posremoción de la esponja y Ainsworth y Shrestha (1983) de 72 y 74.9% utilizando 40 y 60 mg de MAP y una proporción semental/ovejas de 1:8 por un periodo de 3 días.

Los resultados pueden considerarse como bajos y tal vez esto se deba en parte a que las ovejas en el primer servicio recibieron monta controlada, es decir al momento de mostrar estro se les permitió que fueran servidas dos veces una cuando se detectó la oveja en estro y la segunda 12 h más tarde o posiblemente debido a que la fertilidad de los sementales disminuyó al tener un alto número de servicios por día; uno de los sementales en promedio dio 9.8 servicios diarios, en un periodo de 6 días consecutivos y en una de las ocasiones dio hasta 16 servicios por día.

Mattner y Braden (1967) y Lightfoot y Smith (1968) señalan que el número de servicios/oveja en estro puede ser un factor importante y determinante en el porcentaje de concepción y pariciones, por otra parte Bryant y Tomkins (1975) encontraron un porcentaje de concepción alto (86.6) asociado con un mayor número promedio de servicios por oveja (7.4) en comparación con 56% en ovejas con 3.7 servicios/ciclo.

Los porcentajes de gestación en la fase II utilizando semen fresco e inseminación transcervical son similares a los reportados por Halbert *et al.* (1990) en ovejas Suffolk, de 50% (con semen fresco y una dosis de 400×10^6 células espermáticas), 50% (con semen congelado y una dosis de 400×10^6 células espermáticas) y 68% (con semen congelado y una dosis de 150×10^6 células espermáticas). Sin embargo, los resultados son superiores a los reportados por Windsor *et al.* (1994), en ovejas Merino, de 26% (200×10^6

células espermáticas) y 19% (100×10^6 células espermáticas) y Naqvi *et al.* (1998) en ovejas Malpura de 22.7% (con 500×10^6 células espermáticas), no obstante en ambos trabajos se utilizó semen congelado.

El porcentaje de gestación con inseminación artificial en ovejas Criollas fue inferior que el de las ovejas Suffolk y esto se debió a que las ovejas Criollas son de talla pequeña y por tanto tienen una vagina de menor tamaño lo que ocasiona mayor dificultad para introducir el espéculo, localizar y fijar el cervix, repercutiendo en una reducción en el porcentaje de gestación.

La TO fue afectada significativamente ($P < 0.0001$) por raza y edad; resultados comparables con éste han sido reportados por Meyer (1985); Shoenian y Burfening (1990) y Gallivan *et al.* (1993).

Shoenian y Burfening (1990) explican que la diferencia entre líneas genéticas o razas se debe a que las ovejas con TO promedio baja es porque tienen más ovulaciones simples, mientras que las ovejas de líneas genéticas con TO superior presentan más ovulaciones dobles, ocasionado por la variabilidad que existe dentro de cada raza (Nawaz y Meyer, 1991).

El efecto que tiene la edad de la oveja sobre la TO probablemente se deba porque ésta refleja cambios en peso vivo y condición corporal (Ap Dewi *et al.*, 1996) y porque las ovejas adultas muestran una mayor proporción (69-89%) de

ovulaciones múltiples en comparación con las ovejas jóvenes (31-51%). Con relación a lo anterior, Cahill y Elockey (1974) reportaron que por cada aumento de 2.5 Kg en peso vivo en ovejas Merino maduras hubo un aumento de 1 a 2.3% en la TO y de 1.5% en ovejas Cruzadas

La TO para ovejas Criollas es similar a la encontrada por Trejo *et al.* (1998) de 1.06 para la misma raza. En dicho trabajo se observó que el 6% de las ovejas mostraron ovulaciones dobles, en estro sincronizado. El promedio general de TO en Suffolk es inferior a la observada por Nawaz y Meyer (1991) de 1.84 para ovejas de la misma raza en un estro natural. Esto es debido principalmente a que el 85% de éstas mostraron ovulaciones dobles.

Los resultados de TO para las dos razas en parte permiten explicar el tamaño de camada encontrado en ovejas Criollas de 1.08-1.12 (Cuadra *et al.*, 1990; González y Cuéllar, 1991) y en ovejas Suffolk de 1.01-1.5 (Jalil *et al.*, 1993; Jiménez *et al.*, 1996) en diferentes rebaños de la República Mexicana.

La repetibilidad de TO para ovejas Suffolk están dentro del rango de -0.20 a 0.66 encontrado en la literatura (Boujenane *et al.*, 1991; Waldron y Thomas, 1992a; Matos *et al.*, 1997), lo que significa que la variación genética encontrada en el presente trabajo es importante y una parte puede estar enmascarada por la variación ambiental (Land *et al.*, 1989).

Las diferencias observadas con la literatura se explican en parte, debido a que los grupos genéticos utilizados en dichos estudios difieren de los que se utilizaron en el presente trabajo, a la utilización de diferentes métodos de estimación así como a la inclusión de diferente número de observaciones.

Los resultados coinciden con la lógica de Fahmy (1989) quien menciona que las razas de ovejas con una TO baja tienen una repetibilidad baja y por el contrario la repetibilidad de TO de razas prolíficas son generalmente altas (Hanrahan y Quirke, 1985). Lo anterior de acuerdo con Boujenane *et al.* (1991), está asociado con la presencia o ausencia de un gen dominante que afecta la expresión de dicha característica de la población en estudio.

El método utilizado en la estimación de la repetibilidad también puede afectar la magnitud de ésta. Matos *et al.* (1997) obtuvieron estimaciones de repetibilidad similares (0.25 vs 0.23) en dos grupos genéticos (Rambouillet y Finn) utilizando modelo lineal animal y modelo lineal de semental.

Van Vleck *et al.* (1991) recomiendan el uso de modelo lineal animal sobre el modelo lineal de semental, pues el primero utiliza todas las relaciones de parentesco entre los animales, lo que permite maximizar las estimaciones de las varianzas genéticas y eventualmente es más crítico en la evaluación de datos categóricos que en la evaluación de datos con distribución normal (Matos *et al.*, 1997).

La estimación de repetibilidad se puede utilizar para establecer un rebaño con ovejas que en las siguientes épocas reproductivas manifiesten una TO promedio mayor que el promedio del rebaño original. El cambio esperado y el promedio de TO aplicando diferentes intensidades de selección se muestran en el cuadro 16.

Cuadro 16. Ganancia promedio de TO en efectos permanentes para el siguiente ciclo reproductivo a través de selección con diferentes intensidades.

Proporción Seleccionada	Intensidad de selección*	TO media	Ganancia en efectos permanentes
29/67	0.875	1.6550	0.0965
13/67	1.378	1.8247	0.1520
5/67	1.829	1.9947	0.2018

*Becker (1975)

La mayor ganancia obtenida da como resultado un aumento considerable en la TO. Sin embargo, esto conduce a un menor número de ovejas seleccionadas (Falconer, 1970), ocasionando que: a) si se desea formar un rebaño grande el tiempo necesario para lograrlo puede ser considerable, y b) si se considera éste como la generación inicial para aplicar un programa de selección de reproductores para mejorar prolificidad, el número reducido de animales produce una disminución en la varianza genética (Bulmer, 1971) y en poco tiempo el coeficiente de parentesco entre los animales será alto. En los apareamientos entre animales altamente emparentados se esperan

reducciones en el comportamiento productivo y reproductivo por efectos de consanguinidad.

Wiener *et al.* (1992a,b), trabajaron al respecto y encontraron que al pasar de 0 a 59% de consanguinidad en ovejas, se redujo el peso vivo adulto, el porcentaje de concepción disminuyó linealmente de 71 a 44% (el cambio fue de $-0.0028 \pm 0.0006\%$ por cada 1% de aumento en consanguinidad); en prolificidad de 1.73 a 1.24 corderos, teniéndose el principal efecto en la primera generación (el cambio fue de -0.0125 ± 0.0025 corderos por cada aumento de 1% en consanguinidad a partir de 12.5%); el peso de la camada de 5.6 a 4.0 Kg (el cambio fue de -0.05 ± 0.0080 Kg por cada aumento de 1% en consanguinidad a partir de 12.5%) y el riesgo de muerte de un año al siguiente aumentó 1.018 veces por cada aumento de 1% en consanguinidad.

La generación base del rebaño con una mayor TO una vez formada, será necesario contar con un esquema de evaluación del valor genético de los animales para seleccionar reproductores y es necesario estimar parámetros genéticos, como heredabilidad y correlaciones genéticas, con metodologías para datos discretos y así optimizar las respuestas.

En la búsqueda de un esquema de selección para mejorar el TC, el planteamiento de Waldron y Thomas (1992b), de un índice de selección con características correlacionadas podría ser efectivo, sin olvidar incluir los efectos maternos, pues es una razón por la cual en muchas ocasiones no hay respuesta a la selección en TC (Ávalos y Smith, 1987).

VI. CONCLUSIONES

1. La tasa de ovulación en ovejas Suffolk fue superior a la de ovejas Criollas (1.2785 ± 0.4493 vs 1.0377 ± 0.1915).
2. La tasa de ovulación fue similar en ambos ciclos, lo cual podría ser utilizado para identificar hembras prolíficas determinando el número de cuerpos lúteos en ovejas con estro sincronizado y natural, tomando sólo en cuenta las diferencias entre razas y la edad de la oveja como los factores que afectan significativamente la tasa de ovulación.
3. La sincronización de estros fue una técnica útil en la determinación de la tasa de ovulación dentro de un mismo periodo de tiempo, sin afectar el comportamiento reproductivo posterior de los animales.
4. La estimación de la ganancia en efectos permanentes al realizar selección de animales como productores en el siguiente ciclo reproductivo de ovejas Suffolk fueron de 0.1 a 0.2.
5. La tasa de ovulación de ovejas Suffolk puede mejorarse mediante selección.

VII. LITERATURA CITADA

- Ainsworth, L. and J. N. B. Shrestha. 1983. Effect of type of intravaginal progestagen treatment on estrous response and reproductive performance of ewes. *Theriogenology*, 19:869-875.
- Alifakiotis, T. 1986. Increasing ovulation rate and lambing percentage by active immunization against androstenedione in dairy sheep breeds. *Theriogenology*, 25:681-688.
- Alifakiotis, T., I. Michailidis and G. Gavrilidis. 1982. Induced breeding in anestrus milking ewes of dairy breeds: comparison of norgestomet, medroxyprogesterone and fluorogestone in two regimes of PMSG. *Theriogenology*, 17:603-610.
- Ap Dewi, I, J. B. Owen, A. El-Sheikht, R. F. E. Axford and M. Beigi-Nassiri. 1996. Variation in ovulation rate and litter size of Cambridge sheep. *Anim. Sci.*, 62:489-495.
- Avalos, E. and C. Smith. 1987. Genetic improvement of litter size in pigs. *Anim. Prod.*, 44:153-164.
- Avila, O. J. G., Rangel S. R., T. J. L. Echegaray, S. C. Apodaca y O. J. Ayala. 1997. Efecto de dosis de PMSG en la sincronización de celos en ovejas Criollas. *In: Memorias del IX Congreso Nacional de Producción Ovina*. 2-5 de Junio. Querétaro, Qro. México. pp 88-90.
- Azzarini, M. y F. Valledor. 1990. Efecto de la PMSG y de carneros vasectomizados sobre la reproducción de ovejas sincronizadas e inseminadas por vía laparoscópica con semen fresco o congelado, en otoño. *Producción Ovina*, 3:35-45.
- Baird, D. T., B. K. Campbell, G. E. Mann and A. S. McNeilly. 1991. Inhibin and oestradiol in the control of FSH secretion in the sheep. *J. Reprod. Fertil.*, Suppl. 43:125-138.
- Banoín, M, J. C. Mariana, J. P. Hanrahan and A. Yenikoye. 1991. Comparison of effects of FSH, immunization against androstenedione and genetic differences in ovulation rate on follicular growth in adult Finn sheep. *Anim. Reprod. Sci.*, 26:115-128.
- Beck, N. F. G., M. C. G. Davies and B. Davies. 1996. A comparison of ovulation rate and late embryonic mortality in ewe lambs and ewes and the rôle of late embryo loss in ewe lamb subfertility. *Anim. Sci.*, 62:79-83.

- Becker, A. W. 1975. *Manual of Quantitative Genetics*. Washington State University. Third Edition. Pullman, Washington. 170 pp.
- Bindon, B. M. 1984. Reproductive biology of the Booroola Merino sheep. *Aust. J. Biol. Sci.*, 37:163-189.
- Boland, M. P. and T. F. Crosby. 1993. Fecundin: An immunological approach to enhance fertility in sheep. *Anim. Reprod. Sci.*, 33:143-158.
- Boland, M. P., T. F. Crosby and I. Gordon. 1983. Ovarian response in ewes following horse anterior pituitary extract and progestagen treatment. *Anim. Reprod. Sci.*, 6:119-127.
- Boland, M. P., T. F. Crosby and I. Gordon. 1981. Effect of mating management and PMSG dose on lambing outcome in ewes bred in late anoestrus. *J. Agric. Sci. Camb.*, 97:445-447.
- Bonino, M. J. y P. Hughes. 1996. Inducción de celos en ovejas Corriedale fuera de la estación sexual. *Producción Ovina*, 9:85-94.
- Boscos, C., E. Vainas, Th. Kouskoura, F. Samartzi, D. Vafiadis and S. Dellis. 1997. Superovulatory response of Chios and Friesian ewes to two FSH-p dose levels. *Reprod. Dom. Anim.*, 32:195-198.
- Boshooft, D. A., D. J. Gouws and J. A. Nel. 1975. Reproductive patterns of live sheep breeds under extensive conditions. *Suid Afrikaanse Tydskrif vir Veekunde*, 5:37-47.
- Boujenane, I., G. E. Bradford, Y. M. Berger and A. Lahlou-Kassi. 1991. Repeatability estimates for litter size and its components in sheep. *Anim. Reprod. Sci.*, 26:107-113.
- Boyland, W. J. 1985. Crossbreeding for fecundity. *In: Genetics of Reproduction in Sheep*. Land, R. B. and Robinson, D. W. (Eds.) Butterworths, London. pp 19-24.
- Bryant, M. J. and T. Tomkins. 1975. The flock-mating of progestagen-synchronized ewes. 1. The influence of ram-to-ewe ratio upon mating behaviour and lambing performance. *Anim. Prod.*, 20:381-390.
- Bulmer, M. G. 1971. The effect of selection on genetic variability. *The American Naturalist*, 105:201-211.
- Cahill, L. P. and M. A. de B. Elockey. 1974. Live weight and ovulation rate in young maiden ewes. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, 10:258-260.

- Campbell, B. K. and R. J. Scaramuzzi. 1995. Effect of acute immunoneutralization of inhibin in ewes during the late luteal phase of the oestrus cycle on ovarian hormone secretion and follicular development during the subsequent follicular phase. *J. Reprod. Fertil.*, 104:337-345.
- CANACINTRA. 1994-1995. La industria alimentaria animal en México. Sección de fabricantes de alimentos balanceados para animales. México, D. F. 76 pp.
- Carrick, M. J., C. M. Oldham and D. R. Lindsay. 1976. The repeatability of ovulation rate in Merino ewes. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, 11:125-128.
- Cognie, Y., D. Chupin and J. Saumande. 1985. Comparison of two FSH treatment schedules to induce superovulation in ewes. *Theriogenology*, 23:185.
- Colas, G. 1975. The use of progestagen SC 9880 as an aid for artificial insemination in ewes. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 15:317-327.
- Cottle, D. J. 1991. Australian Sheep and Wool Handbook. Intaka Press, Melbourne. 499 pp.
- Cuadra, S. C. E., Chang, G. J. L., Aponte B. M. E., Pérez P. H. y Toral, S. J. A. 1990. Resultados de dos años de inseminación artificial utilizando semen fresco en ovinos. *In: Memorias del III Congreso Nacional de Producción ovina*. 25-28 de abril. Tlaxcala, Tlaxcala. pp 149-152.
- Cunningham, J. M. M., D. W. Deas and J. Fitzsimons. 1967. Synchronisation of oestrus in ewes. *Vet. Rec.*, 80:590-591.
- Cunningham, P. J., M. E. England, L. D. Young and D. R. Zimmerman. 1979. Selection for ovulation rate in swine: correlated response in litter size and weight. *J. Anim. Sci.*, 48:509-516.
- De Lucas, T. J., P. E. González y R. Martínez. 1983. Estacionalidad reproductiva en cinco razas ovinas. *In: Memorias de la Reunión de investigación pecuaria en México*. Nov -Dic. México, D. F. pp 119-123.
- De Lucas, T. J., A. Arbiza S. y J. De Lucas T. 1991. Cruzamientos en ovinos Pelibuey-Dorset. *In: Memorias del IV Congreso Nacional de Producción Ovina*. 20-23 de marzo. San Cristobal de las Casas, Chiapas, México. pp 100-102.

- De Lucas, T. J. y García A. A. 1991. Actividad ovárica en los meses de marzo a junio en ovejas de la raza Rambouillet. *In: Memorias del IV Congreso Nacional de Producción Ovina*. 20-23 de marzo. San Cristobal de las Casas, Chiapas, México. pp 136-138.
- DGG. 1998. Programa Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. México, D. F. pp 4-10.
- Diario Oficial. 1998. Normas de operación de la alianza para el campo 1998, para los programas de fomento agrícola, ganadero, de desarrollo rural y sanidad agropecuario. 3 de junio. México, D. F. pp 38-42.
- Díaz, R. P., E. M. I. Aranda y A. M. M. Osorio. 1991. Comportamiento productivo de un lote de corderos Pelibuey y Blackbelly x Pelibuey en la Chontalpa Tabasco. *In: Memorias del IV Congreso Nacional de Producción Ovina*. 20-23 de marzo. San Cristobal de las Casas, Chiapas. México. pp. 103-105.
- Dickerson, G. 1973. Inbreeding and heterosis in animals. Proceedings of the Animal Breeding and Genetics Symposium in honor of Dr. Jay L. Lush. ASAS and ADSA, Champaign, Illinois. USA-54.
- Evans, G. y Maxwell W. M. C. 1990. Salomon's Inseminación Artificial de Ovejas y Cabras. Ed. Acribia. Zaragoza España. 192 pp.
- Fahmy, M. A. 1989. Repeatability of ovulation rate, number of lambs born and ova loss in sheep with different ovulation rates. *Can. J. Anim. Sci.*, 69:307-314.
- Falconer, D. S. 1970. Introducción a la Genética. México, D. F. 360 pp.
- Faure, A. S., D. A. Boshoff. and F. J. L. Burger. 1983. The effect of whole and halved intravaginal sponges combined with either subcutaneous or intravenous administration of PMSG on synchronization of the estrous cycle of Karakul ewes. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 13:157.
- Findlay, J. K., B. W. Doughton, C. G. Tsonis, R. W. Brown, J. W. Hungerford, P. E. Greenwood and R. G. Forage. 1993. Inhibin as a fecundity vaccine. *Anim. Reprod. Sci.*, 33:325-343.
- Fitzgerald, J. A., A. J. Ruggles and W. Hansel. 1985. Increased ovulation rate of adult ewes treated with anti-bovine LH antiserum during the normal breeding season. *J. Anim. Sci.*, 60:749-754.

- Gallivan, C., R. A. Kemp, Y. M. Berger and L. D. Young. 1993. Comparison of Finnish Landrace and Romanov as prolific breeds in a terminal-sire crossbreeding system. *J. Anim. Sci.*, 71:2910-2918.
- Ganong, F. W. 1991. Role of the nervous system in reproduction. *In: Reproduction in Domestic Animals*, fourth edition. P. T. Cupps (Ed). Academic Press, Inc. San Diego California. pp 1-24
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koopen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 252 pp.
- Glazko, V. I., J. B. Owen, I. Ap Dewi and R. F. E. Axford. 1997. An association of hemoglobin protein (HBB) with ovulation rate in Cambridge sheep. *Anim. Sci.*, 64:279-282.
- Glencross, R. G. 1992. Effect on reproductive function in sheep and cattle of inhibin immunoneutralization. *Ann. Zootech.*, 41:287-290.
- González, A. F. y Cuéllar, O. J. A. 1991. Estudio de la eficiencia reproductiva de los rebaños ovinos de Río Frío, México. *In: Memorias del IV Congreso Nacional de Producción Ovina*. 20-23 de marzo. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. pp 153-155.
- González, R. A. 1997. Reproducción en ovinos de pelo en el trópico mexicano. *In: Memorias del IX Congreso Nacional de Producción Ovina*. 2-5 de Junio. Querétaro, Qro. México. pp 294-319.
- Halbert, G. W., H. Dobson, J. S. Walton, P. Sharpe and B. C. Buckrell. 1990. Field evaluation of a technique for transcervical intrauterine insemination of ewes. *Theriogenology*, 33:1231-1243.
- Hanrahan, J. P. 1974. Ovulation rate as the selection criterion for increasing fecundity in sheep. *Proc 1st. World Cong. Gen. Appl. Liv. Prod. Madrid España*. III:1033-1038.
- Hanrahan, J. P. 1987. Genetic variation in ovulation rate in sheep. *In: New Techniques in Sheep Production*. M. M. Fayez and J. B. Owen (Eds). Butterworths London. pp 37-46.
- Hanrahan, J. P. and Quirke J. F. 1985. Contribution of variation in ovulation rate and embryo survival to within breed variation in litter size. *In: Genetics of Reproduction in Sheep*. R. B. Land and D. W. Robinson (Eds.). Butterworths, London. pp 193-201.

- Hansel, W. and E. M. Convey. 1983. Physiology of the estrous cycle. *J. Anim. Sci.*, Suppl 2. 57:404-424.
- Haresing, W. 1985. The physiological basis for variation in ovulation rate and litter size in sheep: a review. *Livestock Production Sci.*, 13:3-20.
- Henderson, D. C., J. M. Downing, N. F. G. Beck and J. L. Lees. 1984a. Oestrus synchronization in ewes: A comparison of prostaglandin F_{2α} than salt with a progestagen pessary. *Anim. Prod.*, 39:229-233.
- Henderson, K. M., P. Franchimont, M. J. Lecomte-Yerna, N. Hudson and K. Ball. 1984b. Increase in ovulation rate after active immunization of sheep with inhibin partially purified from bovine follicular fluid. *J. Endocr.*, 102:305-309.
- Hughes, P. E. and M. A. Varley. 1980. *Reproduction in the Pig*. Butterworth, London. 241 pp.
- Hunter, G. L. 1964. The effects of season and mating on oestrus and fertility in the ewe. *Proceedings of the South African Society of Animal Production*, 196-206.
- Jalil, G. A., De Lucas T. J. y A. S. Arbiza. 1993. Comportamiento reproductivo en ovejas de la raza Suffolk en cuatro épocas de apareamiento. *In: Memorias del 6º Congreso de ovinocultura*. 12-14 de mayo. Ciudad Valles, San Luis Potosí. pp 131-133.
- Jiménez, B. M. R. Sánchez, G. F. F. y Arbiza, A. S. I. 1996. Factores que afectan la productividad de la oveja Suffolk en el centro de México. *In: Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria*. 2-4 diciembre. Cuernavaca, Morelos. pp 370.
- Kaltenbach, C. C. and Dunn T. G. 1980. Endocrinology of reproduction. *In: Hafez E. S. E. (Ed.). Reproduction in Farm Animals*. pp 85-114.
- Killeen, I. D. and N. W. Moore. 1970. The effect of pregnant mare serum gonadotrophin and human chorionic gonadotrophin on ovulation and on fertility in the ewe. *Aust. J. Agric. Res.*, 21:807-814.
- Knight, T. W., D. C. Dalton and G. K. Hight. 1979. Identification of barren ewes with the aid of a laparoscope. *Australian Veterinary J.*, 59:95-107.
- Kusina, N. T., R. L. Meyer, K. M. Carlson and J. E. Wheaton. 1995. Passive immunization of ewes against an inhibin-like peptide increases follicle-

- stimulating hormone concentrations, ovulation rate, and prolificacy in spring-mated ewes. *J. Anim. Sci.*, 73:1433-1439.
- Land, R. B., K. D. Atkins y R. C. Roberts. 1989. Mejoramiento genético del comportamiento reproductivo. *In: Producción Ovina*. Haresing, W. (Ed.). Butterworths, Londres. pp 531-550.
- Lara, J. 1996. The Mexican sheep industry and general overview and perspectives. *In: Memoriam of National Sheep Genetics Symposium. New opportunities for improving and marketing sheep. Genetics in the 21st century*. 5-7 september. Columbus, Ohio. pp 53-57.
- Lara, P. J., Y. A. Gutiérrez y T. J. De Lucas. 1990. Parámetros productivos y reproductivos de una explotación comercial Suffolk. *In: Memorias del 3er. Congreso Nacional de Producción Ovina*. 25-28 de abril. Tlaxcala, Tlaxcala. México. pp 121-124.
- Lightfoot, R. J. and J. A. C. Smith. 1968. Studies on the number of ewes joined per ram for flock matings under paddock conditions. I. Mating behaviour and fertility. *Aust. J. Agric. Res.*, 19:1029-1042.
- Mahieu, M., Y. Jego, M. A. Driancourt and P. Chemineau. 1989. Reproductive performance of Creole and Black Belly ewes in the West Indies. A new major gene controlling ovulation rate? *Anim. Reprod. Sci.*, 19:235-243.
- Martemuzzi, G., F. Todeda, M. Cambacorta e A. Manchisi. 1984. Confronto tra effetto ariete e PMSG nel controllo degli estri. *Revista di Zootecnia e Veterinaria*, 12:180-185.
- Matos, C. A. P., D. L. Thomas, D. Gianola, R. J. Tempelman and L. D. Young. 1997. Genetic analysis of discrete reproductive traits in sheep using linear and nonlinear models: I. Estimation of genetic parameters. *J. Anim. Sci.*, 75:76-87.
- Mattner, P. E. and A. H. W. Braden. 1967. Studies in flock mating of sheep. II. Fertilisation and pre-natal mortality. *Aust. J. Exp. Agri. Anim. Husb.*, 7:110-117.
- Meraz, A M. R., A. E. V. Martínez y R. J. Solís. 1997. Influencia de los efectos genético-ambientales sobre características de crecimiento de diez genotipos ovinos. *In: Memorias del IX Congreso Nacional de Producción Ovina*. 2-5 de Junio. Querétaro, Qro. México. pp 20-26.
- Meyer, H. H. 1985. Breed differences in ovulation rate and uterine efficiency and their contribution to fecundity. *In: Genetics of Reproduction in*

- Sheep. R. B. Land and D. W. Robinson (Eds.). Butterworths, London. p 185191.
- Meyer, R. L., K. M. Carlson, J. Rivier and J. E. Wheaton. 1991. Antiserum to an inhibin alpha-chain peptide neutralizes inhibin bioactivity and increases ovulation rate in sheep. *J. Anim. Sci.*, 69:747-754.
- Morales, M. J. G., G. F. Oviedo, V. C. Hernández y D. C. P. Gómez. 1993. Evaluación de algunos parámetros reproductivos y productivos en un rebaño ovino con empadre controlado (oct-nov) en la zona norte del estado de Guanajuato. *In: Memorias del 6º Congreso nacional de Producción Ovina*. 12-14 de mayo. Ciudad Valles, San Luis Potosí. México. pp. 135-138.
- Naqvi, S. M. K., A. Joshi, S. Bag, S. R. Pareek, and J. P. Mittal. 1998. Cervical penetration and transcervical AI of tropical sheep (Malpura) at natural oestrus using frozen-thawed semen. *Small Ruminant Res.*, 29:329-333.
- Nawaz, M. and Meyer H. H. 1991. Effects of genotype and mating weight on ovulation rate, litter size, and uterine efficiency of Coopworth, Polipay and crossbred ewes. *J. Anim. Sci.*, 69:3925-3930.
- Núñez, H. E. Y., S. R. Rangel, S. C. Apodaca y de L. R. Rodríguez. 1998. Tasa de ovulación en Ovejas Suffolk y Criollas con estro sincronizado y natural. *In: Memorias del XXII Congreso Nacional de Buiatría*. 20-25 de julio. Acapulco, Guerrero. México. pp. 456-458.
- Ochoa, C. M. A. 1991. Parámetros productivos de ovejas Corriedale en condiciones de semi-estabulación. *In: memorias del IV Congreso nacional de Producción Ovina*. 20-23 de marzo. San Cristobal de las Casas, Chiapas. México. pp 151-152.
- Quirke, J. F., H. H. Meyer, A. Lanlou-Kassi, J. P. Hanrahan, G. E. Bradford and G. H. Stabenfeldt. 1987. Natural and induced ovulation rate in prolific and non prolific breeds of sheep in Ireland, Morocco and New Zealand. *J. Reprod. Fertil.*, 81:309-316.
- Rangel, S. R. 1997. Nota técnica. Pistola de inseminación transcervical. *In: Memorias del IX Congreso Nacional de Producción Ovina*. 2-5 de Junio. Querétaro, Qro. México. pp 97-99.
- Rangel, S. R., T. J. L. Echegaray, L. R. Santos, S. C. Apodaca y O. J. Ayala. 1997. Efecto de la administración de PMSG en ovejas Pelibuey sincronizadas. *In: Memorias del IX Congreso Nacional de Producción Ovina*. 2-5 de Junio. Querétaro, Qro. México. pp 84-87.

- Restall, B. J., J. Wilkins, R. Kilgour, R. N. Tyrrell and H. Heamshaw. 1976. Assessment of reproductive wastage in sheeep. 3. An investigation of a comercial sheep flock. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 16:344-352.
- Ricordeau, G., J. Thimonier, J. P. Poivey, M. A. Driancourt, M. T. Horchereau-De-Reviers and L. Tchamitchian. 1990. I.N.R.A. Research on the Romanov sheep Breed in France: a Review. *Livestock Prod. Sci.*, 24:305-332.
- Robinson, T. J. 1964. Synchronization of oestrus in sheep by intra-vaginal and subcutaneous application of progestin impregnated sponges. *Proc. Australian Soc. Anim. Prod.*, 8:47.
- Roche, J. F. 1968. Effect of the interval between withdrawal of progestagen pessaries and time of PMS administration on oestrus and ovulation in cyclic ewes. *Ir. J. agric. Res.*, 7:1-6.
- Rodríguez-Iglesias, R. M., M. C. Riquelme, S. A. Vulich, S. A. y J. J. Murtagh. 1992. Estimaciones de heredabilidad de la tasa ovulatoria y del número de corderos nacidos en ovejas Corriedale. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 2:169-175.
- Rojas, R. O., R. Q. Bores y M. O. Murguía. 1992. Efecto de la sobrealimentación sobre la tasa ovulatoria en borregas Black Belly. *In: Memorias del 5º Congreso Nacional de Producción Ovina*. 1-4 de abril. Monterrey, Nuevo León. México. pp. 157-159.
- Romano, J. E., E. Rodas, A. Ferreira, I. Lago and A. Benech. 1996. Effects of progestagen, PMSG and artificial insemination time on fertility and prolificacy in Corriedale ewes. *Small Ruminant Res.*, 23:157-162.
- Salas, B. G., S. R. Rangel, T. J. L. Echegaray, S. C. Apodaca y O. J. Ayala. 1997. Efecto de edad en la sincronización de celos en ovejas Criollas. *In: Memorias del IX Congreso Nacional de Producción Ovina*. 2-5 de Junio. Querétaro, Qro. México. pp 75-78.
- SAS. 1989. SAS/STAT User's guide (release 6.04) SAS Inst. Inc., Cary, N.C.
- Scaramuzzi, R. J., W. G. Davison and P. F. A. Van Look. 1977. Increasing ovulation rate in sheep by active immunisation against an ovarian steroid androstenedione. *Nature*, 269:817-818.

- Scaramuzzi, R. J. and Martín G. B. 1984. Pharmacological agentes for manipulating oestrus and ovulation in the ewe. *In: Reproduction in Sheep*. Lindsay D. R. and Pearce D. T. (Eds.). pp 316-325.
- Scaramuzzi, R. J. and H. M. Radford. 1983. Factors regulating ovulation rate in the ewe. *J. Reprod. Fertil.*, 69:353-367.
- Sherwood, O. D. and McShan W. H. 1977. Gonadotropins. *In: Reproduction in Domestic Animals*. Cole H. H. and Cupps P.T. (Eds.). Academic Press. pp 17-47.
- Shoenian, G. S. and P. J. Burfening. 1990. Ovulation rate, lambing rate, litter size and embryo survival of Rambouillet sheep selected for high and low reproductive rate. *J. Anim. Sci.*, 68:2263-2270.
- Smith, C. L. 1984. Dose effect of follicle stimulating hormone for superovulation of crossbred Targhe ewes. *Theriogenology*, 21:262.
- Smith, J. F. 1985. Protein, energy and ovulation rate. *In: Genetics of Reproduction in Sheep*. Land, R. B. and Robinson, D. W. (Eds.). Butterworths, London. pp 349-359.
- Taljaard, T. L., S. J. Terblanche, H. J. Bertschinger and L. J. Van Vuuren. 1991. The effect of the laparoscopic insemination technique on the oestrus cycle of the ewe. *J. South African Veterinary Association*, 62:60-61.
- Terqui, M., J. H. M. Wrathall, M. A. Driancourt and P. G. Knight. 1995. Modulation of ovarian function by steroid and inhibin immunization. *Livestock Production Sci.*, 42:181-192.
- Torres, H. G. y J. O. G. Sánchez. 1992. Pasado y futuro del mejoramiento genético de ovinos productores de carne en México. *In: Memorias del 5º Congreso Nacional de Producción Ovina*. 1-4 de abril de 1992. Monterrey, Nuevo León. México. pp 397-435.
- Trejo, T. N., S. R. Rangel, A. C. F. Marcof, de L. R. Rodríguez, O. J. Ayala y S. C. Apodaca. 1998. Suplementación antes del servicio y tasa de ovulación en ovejas Criollas. *In: Memorias del XXII Congreso Nacional de Buiatría*. 20-25 de julio. Acapulco, Guerrero. México. pp. 517-519.
- Turner, H. N. and S. S. Y. Young. 1969. *Quantitative Genetics in Sheep Breeding*. Cornell University Press. Ithaca, New York. pp 77-93.
- Turner, H. N. 1978. Selection for reproduction rate in Australian Merino sheep: direct responses. *Aust. J. Agric. Res.*, 29:327-350.

- Van Vleck, L. D., J. E. Pollak and E. A. Oltenacu. 1987. Genetics for the Animal Science. New York. pp 287-313.
- Van Vleck, L. D., K. E. Gregory and S. E. Echterkamp. 1991. Ovulation rate and twinning rate in cattle: Heritabilities and genetic correlation. J. Anim. Sci. 69:3213-3219.
- Waldron, D. F. and Thomas D. L. 1992a. Increased litter size in Rambouillet sheep: I. Estimation of genetic parameters. J. Anim. Sci., 70:3333-3334.
- Waldron, D. F. and D. L. Thomas. 1992b. Increased litter size in Rambouillet sheep: II. Expected responses from alternative selection criteria. J. Anim. Sci., 70:3345-3350.
- Walkey, J. R. W. and C. Smith. 1980. The use of physiological traits in genetics selection for litter size in sheep. J. Reprod. Fertil., 59:83-88.
- Warwick, E. J. y Legates. 1980. Cría y Mejora del Ganado. México, D. F. pp 169-196.
- Webb, R. and B. A. Morris. 1988. The effects of steroid and inhibin immunity on FSH and ovulation. Proceedings of the 11th International Congress on Animal Reproduction AI. 5:183-191.
- Wheaton, J. E., K. M. Carlson and N. T. Kusina. 1992. Active and passive immunoneutralization of inhibin increases follicle-stimulating hormone levels and ovulation rate in ewes. Biology of Reproduction, 47:361-367.
- Wiener, G., G. J. Lee and J. A. Woolliams. 1992a. Effects of rapid inbreeding and of crossing of inbred lines on the body weight growth of sheep. Anim. Prod., 55:89-99.
- Wiener, G., G. J. Lee and J. A. Woolliams. 1992b. Effects of rapid inbreeding and of crossing of inbred lines on conception rate, prolificacy and ewes survival in sheep. Anim. Prod., 55:115-121.
- Wilmut, I., D. Y. Sales and C. J. Ashworth. 1985. Physiological criteria for embryo mortality: is asynchrony between embryo and ewe a significant factor. In: Land, R. B. and Robinson, D. W. (Eds.) Genetics of Reproduction in Sheep. Butterworths, London. pp 275-289.
- Windsor, D. P., A. Z. Széll, C. Buschbeck, A. Y. Edward, J. T. B. Milton and B. C. Buckrell. 1994. Transcervical artificial insemination of Australian Merino ewes with frozen-thawed semen. Theriogenology, 42:147-157.

Young, L. D., M. H. Fahmy and G. Torres-Hernández. 1996. The use of prolific sheep in various countries: North America. *In*: Prolific Sheep. M. H. Fahmy (Ed.), CAB Internacional. Cambridge. pp. 289-349.