

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE OVEJAS PELIBUEY CON DIFERENTE TASA DE OVULACIÓN

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

PRESENTA

GERARDO HERNÁNDEZ LEÓN



Febrero de 2003
Chapingo, Estado de México



DIRECCIÓN ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH

BIB 98483

**COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE OVEJAS PELIBUEY CON
DIFERENTE TASA DE OVULACIÓN**

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

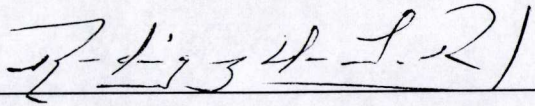
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL

DIRECTOR: Raymundo Rangel S.

Ph. D. Raymundo Rangel Santos

ASESOR: 

M.C. Carlos Sánchez del Real

ASESOR: 

Ph. D. Raymundo Rodríguez de Lara

DEDICATORIA

A mis padres por su apoyo y su siempre espíritu de superación que me sirvió para cumplir una más de mis metas.

A mis hermanos, cuñadas, Angélica y sobrinos, por que con su apoyo y cariño me empujaron a seguir superándome espiritual y profesionalmente.

A la familia Varela Castillo por su amistad y gran apoyo durante mi estancia en su casa.

A todos mis amigos y compañeros de posgrado, por su amistad y apoyo.

SINCERAMENTE

Gerardo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo y el Posgrado en Producción Animal, por darme la oportunidad de lograr una formación académica integral.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo brindado para la realización de mis estudios de Maestría en Ciencias.

Al *Ph. D.* Raymundo Rangel Santos, por su valiosa participación como director en el desarrollo de esta investigación, por sus consejos y confianza brindada.

Al *M.C.* Carlos Sánchez del Real, por sus acertadas sugerencias y apoyo brindado para la culminación de la investigación.

Al *Ph. D.* Raymundo Rodríguez de Lara por su apoyo brindado en la redacción del trabajo.

Al *MC.* Rodolfo Ramírez Valverde por sus acertados comentarios para que éste trabajo terminara lo mejor posible así como su apoyo en la parte estadística.

A los profesores del Posgrado en Producción Animal por sus importantes aportes académicos.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos generales

Nombre: Gerardo Hernández León

Lugar de origen: Zapotlán de Juárez, Hidalgo.

Profesión: Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia.

Formación académica:

1989-1992. Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo.

1992-1996. Licenciatura. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo.

1998-1999. Especialidad en Producción Ovina. Universidad Autónoma del Estado de México.

Experiencia Laboral

Lugar: Dirección de Ganadería. Secretaría de Agricultura del Gobierno del Estado de Hidalgo.

Programa: Desarrollo Ovino.

Puesto Tecnico Especializado

Periodo: 1997-2001

CONTENIDO

	Pag
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
DATOS BIOGRÁFICOS.....	v
CONTENIDO.....	vi
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
CAPITULO I. REVISIÓN DE LITERATURA.....	1
1.1 CICLO ESTRAL.....	1
1.2 SINCRONIZACIÓN DE CELOS.....	10
1.3 TASA DE OVULACIÓN.....	22
CAPITULO II. COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE OVEJAS PELIBUEY CON DIFERENTE TASA DE OVULACIÓN.....	35
2.1 RESUMEN.....	35
2.2 ABSTRACT.....	37
2.3 INTRODUCCIÓN.....	39
2.4 MATERIALES Y MÉTODOS.....	41

2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
2.6 CONCLUSIONES.....	50
2.7 LITERATURA CITADA EN EL ARTÍCULO.....	51
 CAPITULO III. LITERATURA CITADA.....	 55

LISTA DE CUADROS

	Pag
Cuadro 1. Efecto de la raza sobre la tasa de ovulación.....	26
Cuadro 2. Efecto de la edad sobre la tasa de ovulación.....	28
CUADROS EN EL ARTÍCULO	
Cuadro 1. Incidencia de celos en ovejas Pelibuey con diferente tasa de ovulación.....	43
Cuadro 2. Distribución de celos en ovejas Pelibuey con diferente tasa de ovulación.....	44
Cuadro 3. Porcentaje de gestaciones en ovejas Pelibuey con diferente tasa de ovulación.....	45
Cuadro 4. Porcentaje de pariciones en ovejas Pelibuey con diferente tasa de ovulación.....	47
Cuadro 5. Prolificidad de ovejas Pelibuey con diferente tasa de ovulación.....	48

LISTA DE FIGURAS

	Pag
Figura 1. Ciclo estral en ovinos.....	4
Figura 2. Concentración de progesterona en ovejas con diferente tasa de ovulación.....	5
Figura 3. Efecto de la edad sobre la tasa de ovulación	28
Figura 4. Efecto de la época sobre la tasa de ovulación.....	32

CAPITULO I. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. CICLO ESTRAL

Las ovejas se consideran poliéstricas estacionales, lo cual significa que presentan ciclos estrales continuos durante una época del año conocida como época reproductiva (Gherardi et al., 1980; Greyling et al., 1997) comenzando usualmente a fines de verano y finaliza en primavera (Gordon, 1997) y otra época en la cual los animales presentan inactividad sexual conocida como anestro estacional (Leyva et al., 1998; Vincent et al., 2000), caracterizada por la falta de expresión de celo y a nivel ovárico, por cambios en la dinámica de crecimiento folicular, donde los folículos aún alcanzando el diámetro de preovulatorios no llegan a ovular (Noel et al., 1993). Sin embargo, las ovejas Pelibuey se caracterizan por presentar un anestro corto y poco profundo, en donde por lo menos el 50% de las ovejas muestran celo durante los meses de anestro que para ellas abarca de abril a junio (Martínez et al., 1995).

El ciclo estral se define como el tiempo transcurrido entre dos periodos de estro. Las ovejas muestran ciclos estrales con una duración de 17 a 18 días (Killian et al., 1985;

Gordon, 1997; Leyva et al., 1998) y se divide en cuatro fases, proestro, estro, metaestro y diestro (Hafez, 1952), pero comúnmente se divide en sólo dos, la fase folicular y la fase luteal (Leyva et al., 1998). La transición de la fase luteal a la folicular está marcada por la ovulación (Gordon, 1997).

La duración promedio del estro es de 35 horas (Greyling et al., 1997) y está influenciada por factores como la tasa de ovulación (Land et al., 1970), edad (Quirke et al., 1981), la nutrición, raza, medio ambiente y temperatura (Fitzgerald et al., 1985; González Reyna et al., 1991).

1.1.1. FISIOLÓGÍA DEL CICLO ESTRAL

La alta frecuencia de pulsos en la secreción de GnRH por el hipotálamo es fundamental en la secuencia de eventos neuroendocrinos que conducen a la ovulación (Barnell et al., 1992). A partir de la ovulación se inicia el crecimiento del cuerpo lúteo que incrementa su tamaño entre la hora 36 y el día 5 después del inicio del celo, al mismo tiempo la concentración de progesterona también se eleva alcanzando su punto máximo el día 10 (Cahill et al., 1981; Ravindra et al., 1994). Las altas concentraciones de

progesterona y la presencia de estrógenos controlan la concentración de receptores a oxitocina (Vallet et al., 1990).

En concentraciones bajas de progesterona el estradiol estimula el mecanismo luteolítico, debido a que el útero responde a oxitocina y con ello incrementa la secreción de prostaglandinas (mecanismo de retroalimentación positivo) ocasionando la regresión del cuerpo lúteo a partir del día 11 (Ravindra et al., 1994; Gordon, 1997; Leyva et al., 1998). El patrón de secreción de la hormona folículo estimulante (FSH) parece ser constante a lo largo del ciclo estral (Ravindra et al., 1994), sin embargo, al reducir la concentración de progesterona se reduce el efecto de retroalimentación negativa sobre el hipotálamo y la hipófisis, incrementándose la concentración de FSH (Cunningham et al., 1975), mostrando su máxima concentración el día 16 del ciclo estral, conjuntamente aumenta la frecuencia en los pulsos de hormona luteinizante. El incremento en la concentración de FSH origina el crecimiento en aquellos folículos que son gonadotropo-dependientes. Los folículos ovulatorios maduros producen una gran cantidad de estrógenos (17β estradiol) alcanzando su máxima concentración el día 17 del ciclo

estral (Cahill et al., 1981), momento en que se presenta la conducta estral (Henderson et al., 1986; Ravindra et al., 1994) y la ovulación entre 20 a 32 horas después del inicio del celo (Bindon et al., 1984). Los pulsos de LH durante la fase luteal se presentan muy separados (1 cada 3-10 horas), mientras en la fase folicular se acortan para que ocurra la ovulación (uno por hora; Clarke, 1984), por acción de los estrógenos y el incremento en la frecuencia de los pulsos de GnRH. En la figura 1 se muestra la secuencia de eventos en un ciclo estral.

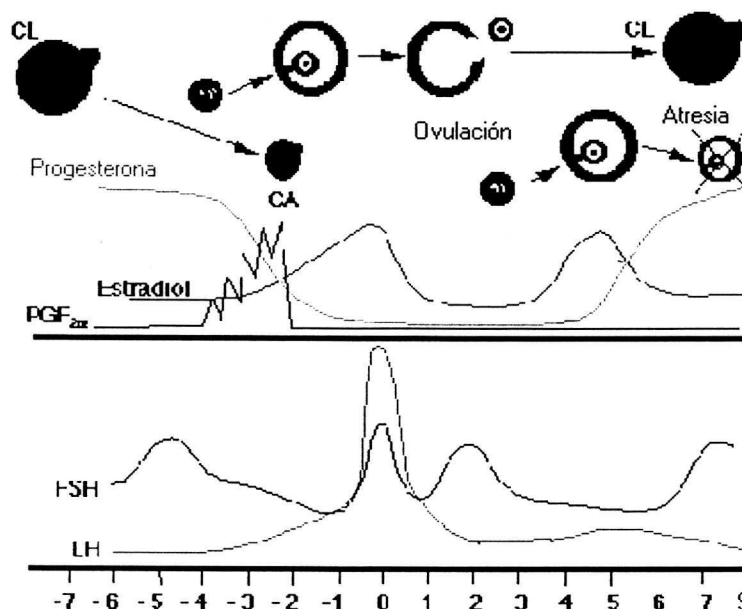


Figura 1. Ciclo estral en ovinos. El día del estro está representado por el cero. FSH (hormona folículo estimulante), LH (hormona luteinizante), $PGF_{2\alpha}$ (Prostaglandina), CL (Cuerpo lúteo).

La magnitud en las concentraciones de las diferentes hormonas puede variar si se comparan animales con tasa de ovulación alta y baja (Land *et al.*, 1970; Bindon *et al.*, 1984; Avdi *et al.*, 1997) como se muestra para la concentración de progesterona en la figura 2 ó bien con la época (Bartlewski *et al.*, 1999; Bartlewski *et al.*, 2001).

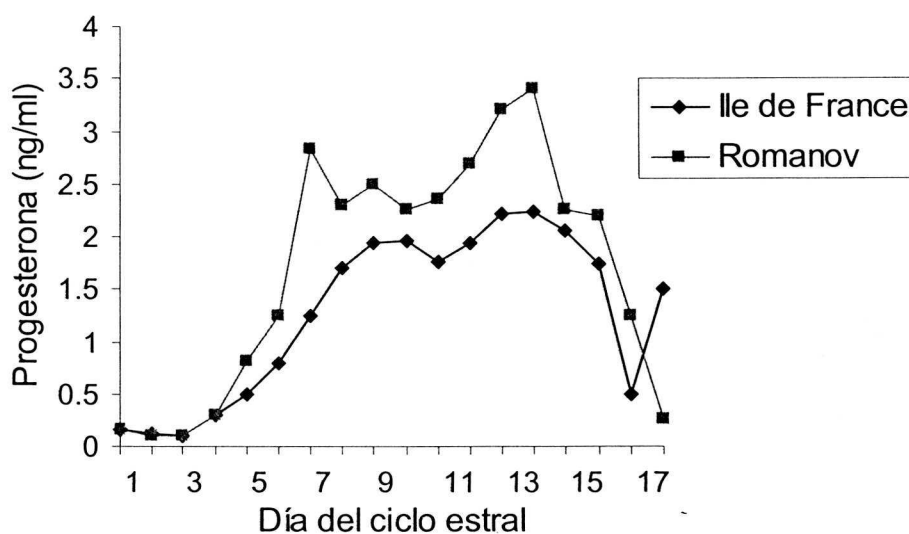


Figura 2. Concentración de progesterona en ovejas con diferente tasa de ovulación, Romanov $TO=3.66$ e Ile de France $TO=1.88$.

1.1.2. DINÁMICA FOLICULAR

El desarrollo prenatal adecuado del ovario incluyendo la migración de células germinales; la proliferación y la asociación con células somáticas es necesario para establecer el banco de folículos primordiales de los cuales otros estados foliculares serán desarrollados pre y postnatalmente (Picton, 2001). El desarrollo de folículos en las ovejas es un proceso dinámico y comienza con el crecimiento de algunos que están presentes en la reserva de folículos primordiales (Gordon, 1997).

La reserva total consiste de una gran población de folículos pequeños y primordiales y un número pequeño de folículos más grandes en fase de crecimiento (Cahill y Mauleon, 1981). Los folículos pequeños pueden o no estar en crecimiento y presentan una o dos capas de células de granulosa, los folículos grandes tienen tres o más capas de células de granulosa e incluyen folículos preantrales y antrales. Los folículos preovulatorios no presentan signos de atresia, tienen al menos tres mm de diámetro y las células que rodean al oocito están dispersas (formación del antrum).

La aparición del antrum y su posterior crecimiento origina cambios funcionales en el folículo que determina la entrada a la fase de crecimiento terminal rápida, con lo que se pueden tener tres categorías de folículos (Campbell et al., 1995). Los Folículos gonadotropo-receptivos (2-3 mm), caracterizados por presentar receptores a FSH en las células de la granulosa y son capaces de producir inhibina. La segunda categoría son los denominados folículos gonadotropo-dependientes (4-5 mm) con receptores a FSH en células de la granulosa y a LH en la teca y son totalmente dependientes de un aporte adecuado de FSH para su crecimiento, además de inhibina producen estradiol. Los folículos preovulatorios (>6 mm), presentan receptores a FSH en la granulosa, a LH en la granulosa y teca y sintetizan altas cantidades de inhibina y estradiol, por la cantidad de receptores a LH son capaces de ovular en respuesta a una descarga de LH. La atresia se caracteriza por la presencia de cuatro o más cuerpos picnóticos (Cahill et al., 1979).

El número promedio de folículos pequeños en ovejas con tasa de ovulación alta es menor comparativamente con ovejas con tasa de ovulación baja ($30\ 501 \pm 5\ 707$ vs. $56\ 236 \pm 5\ 776$), sin embargo, la cantidad de folículos grandes es inversa

(175 ± 40.2 vs 132 ± 20.1 ; Cahill et al., 1979; Lahlou-Kassi y Mariana, 1984).

La cantidad de folículos antrales es similar a la cantidad de cuerpos lúteos en ovejas Booroola con tasa de ovulación alta (5.2; Driancourt et al., 1985). Sin embargo, Noel et al. (1993) indican que en ovejas Suffolk (tasa de ovulación=1.2), la cantidad de folículos grandes es tres veces mayor.

La cantidad de folículos antrales presentes en la superficie de los ovarios es muy grande (20 000-120 000; Driancourt et al., 1985), sin embargo, sólo uno o dos ovulan al final del ciclo estral en la mayoría de las razas de ovejas (Driancourt y Cahill, 1984). Los procesos que conducen al desarrollo de folículos preovulatorios son el reclutamiento de un grupo de folículos capaces de ovular y la selección de sólo algunos pocos que completan su crecimiento preovulatorio, mientras otros terminan en atresia (Driancourt y Cahill, 1984). La tasa de crecimiento de éstos folículos varía dependiendo de la fase en la que se encuentra la oveja, así por ejemplo, los folículos más grandes crecen 1.0 mm/día entre el día dos y cuatro, y 1.2 mm/día después del día nueve (Ravindra et al., 1994). Los

folículos que completan su crecimiento ejercen dominancia sobre el resto que serán suprimidos (Ravindra et al., 1994; Webb et al., 1999). Los resultados han sido confirmados recientemente por Evans et al. (2002) quienes indican que la remoción del folículo más grande resulta en una continua sobrevivencia del segundo más grande y que al remover el folículo más grande o todos los folículos se presenta una disminución en la concentración de inhibina y un incremento en la concentración de FSH, conduciendo a un incremento en el número de folículos pequeños en la subsiguiente onda folicular.

El crecimiento folicular se presenta en ondas y fue inicialmente propuesto en bovinos (Rajakoski, 1960), en ovinos aún existe la controversia si el crecimiento folicular se presenta en forma de ondas o bien el crecimiento es sin orden alguno (Ravindra et al., 1994; Lopez-Sebastian et al., 1997). Autores que defienden la teoría del crecimiento en ondas han encontrado gran variabilidad, en ovejas Suffolk se han reportado tres (Noel et al., 1993), dos de ellas presentes en la fase lútea y una en la fase folicular, durando cada una 6 días en promedio. Resultados similares se reportaron en ovejas de otras razas (Ravindra et al., 1994; Leyva et al., 1998),

sin embargo, algunos investigadores reportan dos, tres, cuatro y cinco ondas foliculares (Leyva et al., 1998; Evans et al., 2000).

1.2. SINCRONIZACIÓN DE CELOS

La sincronización de celos es una técnica que representa una gran cantidad de beneficios, por ejemplo, es un componente crítico en los programas de inseminación artificial (Cline et al., 2001) o de transferencia de embriones, sin embargo, lo más importante es programar la producción para poder ofrecerla al mercado en el momento apropiado. La técnica consiste en tener el mayor porcentaje de un grupo de ovejas mostrando signos de estro en un corto periodo de tiempo (Rangel, 2001).

1.2.1 MÉTODOS DE SINCRONIZACIÓN DE CELOS

Los métodos para sincronizar celos son muchos y pueden ser agrupados en farmacológicos (Rangel, 2001) y naturales (Wildeus, 1999).

La sincronización de celos con métodos hormonales se realiza manipulando la fase luteal o folicular del ciclo

estral. En ovejas la oportunidad de sincronizar es más grande en la fase luteal, debido a que tiene mayor duración y responde mejor a la manipulación. Las estrategias se basan en alargar ésta fase con progesterona o progestágenos exógenos o bien acortarla mediante la regresión prematura del cuerpo lúteo administrando agentes luteolíticos (Wildeus, 1999).

El método utilizado deberá garantizar facilidad de aplicación, economía y efectividad en la respuesta (Rangel, 2001).

1.2.1.1 SINCRONIZACIÓN DE ESTROS CON PROSTAGLANDINAS

El CL en ovejas juega un papel importante en la regulación de la ciclicidad y mantenimiento de la gestación. En ausencia de gestación el CL regresiona en forma y función por una elevada concentración de prostaglandinas (Milvae, 2000).

Los dos productos sintéticos a base de prostaglandinas que existen actualmente, son $\text{PGF}_{2\alpha}$ naturales (Lutalyse; Pharmacia & Upjohn) y la prostaglandina análoga cloprostenol (Estrumate; Bayer, Shawnee Misión, KS). En la

mayoría de las explotaciones no se sabe si los animales se encuentran en la fase luteal o bien en la fase folicular, una doble inyección con 10-11 días de separadas es lo más utilizado para obtener resultados apropiados, garantizando así su acción sobre el cuerpo lúteo (Wildeus, 1999). Godfrey *et al.* (1998) incluyeron prostaglandinas para sincronizar estros en ovejas, aplicando 15 mg con 10 días de separación (dos aplicaciones), reportando 72.2% de incidencia de estros a las 31.6 horas (1 a 42) de la última aplicación.

1.2.1.2 PROGESTÁGENOS

La progesterona o progestágenos pueden ser administrados en diferentes formas para sincronizar celos, las principales son vía oral, a través de implantes subcutáneos o dispositivos intravaginales.

1.2.1.2.1 PROGESTÁGENOS ORALES

El acetato de melengestrol (MGA; Pharmacia & Upjohn, Kamalazoo, MI) es un progestágeno sintético comercialmente disponible que fue primeramente utilizado en corrales de

engorda de vaquillas, suprimiendo el celo y mejorando la eficiencia y conversión alimenticia (Wildeus, 1999).

El MGA es el único progestágeno activo oralmente, es fácil de administrar a través del alimento, atractivo económicamente debido a las pequeñas cantidades que se incluyen así como efectivo para suprimir el celo. La inclusión de 0.25 mg/cabeza/día de MGA en el alimento durante 8 a 14 días es suficiente para sincronizar el celo, sin embargo, a medida que el tratamiento se prolonga por más de 8 días el número de corderos nacidos/oveja expuesta es menor y no siempre se garantiza el consumo exacto por animal. Con la finalidad de concentrar más la presentación de celos se han aplicado estrógenos sintéticos (Zeranol) al momento de finalizar el tratamiento (Powell et al., 1996).

1.2.1.2.2 IMPLANTES SUBCUTÁNEOS

El uso de implantes subcutáneos a base de progesterona o progestágenos se ha utilizado sobretodo en países que no tienen disponibilidad de otras fuentes de progesterona (Oyediji et al., 1990; Cline et al., 2001), siendo aplicados en la base de la oreja. Oyediji et al. (1990) aplicaron implantes Sil-estrus (Abbot Laboratories, S.A.,

Athens Greece) los cuales contenían 375 mg de progesterona por 13 días, el intervalo del retiro del implante al estro fue de 42.33 ± 1.96 horas (36-48). El uso de media dosis (3 mg de progestágeno) de Syncro-mate B (SMB; Sanofi Animal Health, Overland Park, KS), por 10 días ha sido utilizado en Estados Unidos y los valores de incidencia de celos son de 81%, y los intervalos del retiro del implante a la presentación del celo van de 46 a 49 horas (Cardwell et al., 1998; Cline et al., 2001).

1.2.1.2.2 DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES

Los dispositivos intravaginales de liberación controlada internamente (CIDR) son elastómeros de silicón impregnados con progesterona (330 mg; InterAg, Hamilton, New Zeland) y son aplicados por 12 días (Godfrey et al., 1998; Wildeus, 1999).

El uso de CIDRs puede tener resultados aceptables, se ha reportado el 100% de los animales manifestando celo del retiro del dispositivo hasta los tres días, así como un alto porcentaje de fertilidad (74.1%; Godfrey et al., 1997). En ovejas sin tratamiento hormonal los porcentajes de fertilidad pueden ser similares, sin embargo, con el

dispositivo las cubriciones se presentan de manera concentrada (Daniel et al., 2001).

Las esponjas intravaginales impregnadas con acetato de medroxiprogesterona (MAP) o acetato de fluorogestona (FGA) han tenido un gran nivel de aceptación y uso (Ainsworth y Shresta, 1985). Las esponjas intravaginales conteniendo cantidades elevadas de progesterona (500 mg o más) es poco usual (McDonell, 1985; Pearce y Robinson, 1985).

La eficiencia en sincronización de celos utilizando esponjas impregnadas con MAP o FGA ha sido abordada por diversos investigadores (Alvarez et al., 1997; Simonetti et al.; 2000; Avila, 2001).

El grado de absorción de los progestágenos ha sido relacionado con la eficiencia en la respuesta. En un estudio realizado por Greyling et al. (1997) reportaron que la cantidad residual del progestágeno después de 14 días fue de 76.6 y 49.3% para esponjas completas (60 mg MAP)osólo la mitad, sin encontrar diferencias en incidencia de estros pero sí en fertilidad a favor de la mitad de la esponja (70.5 vs 54.8%). Simonetti et al. (2000) reportan datos cercanos al 50% de absorción del progestágeno,

independientemente de la dosis contenida en la esponja (40, 50 ó 60 mg), no encontraron diferencias en la incidencia de estros (79.27, 77.42 y 80.87%, respectivamente) o fertilidad (43.75, 52.94 y 45.45%, respectivamente) entre los tres tratamientos ($P>0.05$). Al comparar esponjas impregnadas con los dos tipos de progestágenos, no se han reportado diferencias en los parámetros antes mencionados, por lo que la recomendación de utilizar cualquiera de los dos sistemas es indistinta (Alvarez et al., 1997; Greyling et al., 1997).

La liberación de gonadotropinas de la pituitaria anterior después del retiro del progestágeno parece ser suficiente para iniciar la secuencia de eventos hormonales que resultan en estro y ovulación (Gordon, 1997). Sin embargo, la inclusión de gonadotropinas exógenas son comúnmente empleadas en los programas de sincronización de celos (Avila et al., 1997).

La inclusión de PMSG (Folligon®, Intervet) en los protocolos de sincronización de celos hacen más predecible la manifestación del celo y la ovulación (Gordon, 1997). La incidencia de celos al aplicar PMSG, reduce el tiempo al cual se presenta el celo, Avila et al. (1997) reportaron

90% de incidencia de estros, concentrados en las primeras 24-30 horas post remoción de la esponja (la PMSG fue aplicada dos días antes del retiro de la esponja), y 80% durante las primeras 60 horas sin la aplicación de gonadotropina, resultados similares han sido reportados por Oyediji *et al.* (1990) y Hussein *et al.* (1998).

La dosis de inclusión de PMSG es variable y puede ser de 250 y 500 UI de PMSG sin que la incidencia de estros sea afectada (Avila *et al.*, 1997) o tan alta como 500, 750 y 1000 UI de PMSG (Crosby *et al.*, 1991) obteniendo los mismos resultados.

La administración de dosis superiores a 750 UI presenta diferencias en los parámetros antes mencionados (Crosby *et al.*, 1991), y por el contrario, pueden llegar a ser indeseables debido a una sobrestimulación de los ovarios, manifestándose en una reducción en fertilidad y tamaño de camada. La dosis de PMSG debería ser determinada tomando en consideración la tasa de ovulación natural de las ovejas, menor cantidad en ovejas con tasa de ovulación alta y mayor en ovejas con tasa de ovulación baja (Rangel, 2001).

El momento de aplicación de PMSG puede favorecer un aumento en la tasa de ovulación, si se aplica dos días antes del retiro de la esponja (Killian *et al.*, 1985; Rangel *et al.*, 1993), sin embargo, la mayor parte de los investigadores la realizan al momento del retiro de la esponja (Crosby *et al.*, 1991; Greyling *et al.*, 1997; Hussein *et al.*, 1998). La aplicación de 250 ó 500 UI de PMSG en corderas púberes (Ainsworth y Shresta, 1985) no presenta diferencias en fertilidad (39.1 vs 36.2), sin embargo, la prolificidad si se afecta (1.8 vs 1.5) por la dosis de inclusión. El uso de PMSG ha sido reportado en protocolos de sincronización basados en norgestomet (Cardwell *et al.*, 1998), en general los resultados son similares si se comparan con el uso de esponjas intravaginales.

La PG600 es una gonadotropina compuesta por 400 UI de PMSG y 200 UI de gonadotropina coriónica humana (hCG), que ha sido utilizada en inducción de celos en cerdas de los Estados Unidos (Estill, 1999) y ha sido extrapolado su uso en sincronización de celos en ovejas recientemente (Cline *et al.*, 2001), sin embargo, su eficiencia en incidencia y concentración de estros es variable. Quirke *et al.* (1979) concluyeron que el uso de PG600 al momento del retiro de la esponja resulta en una menor cantidad de ovejas mostrando

celo (65%) comparativamente con animales que les fue aplicada PMSG (83%), sin embargo no hubo diferencia significativa en el porcentaje de animales que ovularon con uno y otro método. El uso de PG600 dos días antes del retiro de la esponja mejora la incidencia de celos pero puede retrasar la manifestación del celo, Romero (2002) reportó 87.08% de ovejas mostrando celo concentrándose 73.67% entre las 24 y 36 horas después de retirada la esponja y sólo el 26.32% en las primeras 24 horas, no se observaron diferencias en porcentaje de pariciones o prolificidad con respecto al uso de PMSG, resultados similares fueron reportados por Salinas (1999). La PG600 en combinación con acetato de melengestrol presenta la misma tendencia, Safranski et al. (1992) reportaron 100% de ovejas en celo y tasa de ovulación alta (2.32), sin embargo, la fertilidad puede ser baja (41.2%). El uso de PMSG o PG600 en los programas de sincronización de celos dependerá de la disponibilidad y el precio.

1.2.2 FACTORES QUE AFECTAN LA EFICIENCIA EN LA SINCRONIZACION DE CELOS.

1.2.2.1 RAZA

La eficiencia de un programa de sincronización de celos puede ser influida por la raza, en un estudio realizado con

ovejas Pelibuey sincronizadas con esponjas intravaginales se reporta 82.6% de celos (Rangel et al., 1997), mientras ovejas cruzadas de las razas Suffolk x Rambouillet presentan 100% (Echegaray et al., 1997), datos similares son reportados por Greyling et al. (1997) en ovejas Merino.

1.2.2.2 EDAD

El comportamiento reproductivo de ovejas multíparas es mejor con tratamiento de sincronización de celos al compararlas con corderas que han alcanzado la pubertad. Se han reportado parámetros de incidencia de celos bajas (33.6%) en corderas y en fertilidad (36.2%), que al compararlos con ovejas adultas son inferiores (74.5 y 74.3% respectivamente; Ainsworth y Shresta, 1985), en programas de empadre natural.

Los datos anteriores son similares a los encontrados en programas de inseminación artificial, donde se han reportado 33% de fertilidad en corderas y 68% en ovejas adultas que fueron previamente sincronizadas, además dentro del grupo de ovejas jóvenes el peso corporal juega un papel importante, mostrando una tendencia de mayor fertilidad a

medida que los animales se acercan a su peso adulto (Lanford, 1986).

La fertilidad en corderas (7-9 meses de edad) con celo sincronizado puede ser mejorado cuando se ha realizado selección por alta tasa de fertilidad en los rebaños. Se han observado diferencias en fertilidad de hasta 23% en corderas provenientes de rebaños seleccionados por esta característica comparativamente con corderas sin seleccionar (Stellflug et al., 2001).

Las concentraciones de estradiol pueden llegar a ser el doble en corderas sincronizadas comparativamente con ovejas adultas el inicio del celo en corderas púberes se presenta más tarde (5.8 horas) que en ovejas adultas y reportan una mayor magnitud en la descarga de la hormona luteinizante (cercana al doble) en ovejas adultas que en corderas (Quirke et al., 1981).

1.2.2.3 ÉPOCA

La época en la cual se realiza la sincronización de celos marca una gran diferencia en los resultados que puedan ser obtenidos. Se han realizado estudios con ovejas en anestro,

reportando 72.06 y 74.93% de incidencia de celos y una fertilidad de 73.5 y 76.35% en los meses de mayo y junio respectivamente (Ainsworth y Shresta, 1985), sin embargo en la época reproductiva pueden obtenerse 95.2% en incidencia de estros y 88% en fertilidad (Greyling et al., 1997).

1.3. TASA DE OVULACIÓN

La tasa de ovulación (TO) se define como el número promedio de óvulos liberados en ovejas que se encuentran ciclando (Scaramuzzi y Radford, 1983) y se determina contando el número de CL presentes en la superficie de los ovarios (Fahmy, 1983).

La TO se ha considerado como el factor más limitante del tamaño de camada (Thomas, 1989), ya que el número de óvulos liberados representa el límite superior (Quirke et al., 1985). El tamaño de camada (TC) al ser incrementado (de uno a dos o más) representa un incremento en el ingreso anual de los ovinocultores.

El TC entonces es dependiente de la TO, tasa de fertilización y de la sobrevivencia embrionaria (Schoenian y Burfening, 1990).

1.3.1 MÉTODOS DE MEDICIÓN DE LA TASA DE OVULACIÓN

El mejor momento para determinar la TO es entre los días cinco a 13 después del celo y se puede realizar por medio de laparotomías (método quirúrgico), técnica que consiste en anestesiarse a los animales con tiopentionato de sodio 96 a 120 horas después del día del celo, para realizar una incisión en la línea media ventral, exteriorizar el aparato reproductor y contar los cuerpos lúteos (Bindon, 1975).

Las desventajas que presenta ésta técnica al ser un procedimiento quirúrgico, son el tiempo promedio por animal (tardado), las dosis exactas de anestesia podrían representar problemas y la formación de adherencias limitan las repeticiones, por lo cual fue necesario desarrollar un procedimiento más práctico.

El uso de la laparoscopia hizo posible las mediciones repetidas de la TO en un gran número de ovejas, sin afectar detrimentalmente su comportamiento reproductivo (Quirke et al., 1985). Esta técnica ha sido utilizada por algunos investigadores con la finalidad de asociar la TO con el comportamiento reproductivo o la caracterización de algunas razas de ovejas (Bradford y Quirke, 1986; Fahmy, 1989).

La metodología de ésta técnica consiste en la determinación entre el día cinco y 13 después de que los animales presentan el celo. Las ovejas son restringidas de agua y alimento de 12 a 24 horas antes. La lana y pelo son removidos del área ventro-abdominal. Los animales son tranquilizados con 10 mg de maleato de acepromazina i.m. Se colocan en una camilla en posición dorsal, aplicando una solución desinfectante a base de yodo en el área, se aplica anestesia local en el sitio de las incisiones (lidocaína 2%). El abdomen es insuflado con dióxido de carbono o aire. Se introduce un trócar 6 a 8 cm craneal a la glándula mamaria y 12 cm a la derecha de la línea media ventral por donde se introduce el telescopio que está conectado a un cable de fibra óptica, en la línea media se introduce un manipulador que ayuda a localizar los ovarios y se realiza el conteo de cuerpos lúteos (adaptado de Lamberston y Thomas, 1982; Schoenian y Burfening, 1990).

Actualmente y con el desarrollo de nuevos equipos electrónicos como el ultrasonido de tiempo real, permite hacer estas determinaciones sin la necesidad de anestesiarse e intervenir quirúrgicamente los animales. El equipo de ultrasonografía deberá estar provisto de un transductor lineal de 7.5 MHz (comúnmente utilizado para examinación

prostática en humanos) adaptado con un tubo de 1.6 cm de diámetro y 30 cm de largo para proveer rigidez. Las ovejas son colocadas en posición dorsal sobre una camilla, las heces son retiradas digitalmente, el transductor es lubricado con gel de carboxilmetilcelulosa. Se inserta vía rectal hasta la localización de la vejiga urinaria, entonces es girado lateralmente para localizar uno de los ovarios, contando los cuerpos lúteos y posteriormente girado en contra para la localización del otro y realizar el segundo conteo (Ravindra et al., 1994; Leyva et al., 1998).

El método utilizado debe garantizar facilidad, rapidez y que no cause alteraciones en el aparato reproductor o en el animal mismo.

1.3.2 FACTORES QUE AFECTAN LA TASA DE OVULACIÓN.

La tasa de ovulación está influenciada por factores genéticos y ambientales (Scaramuzzi y Radford, 1983) por lo que se puede hacer uso de algunas estrategias con la finalidad de mejorarla.

1.3.2.1 VARIACIÓN GENÉTICA

La mayoría de las razas de ovejas tienen tasas de ovulación entre uno y dos (Scaramuzzi y Radford, 1983), sin embargo, existen razas que presentan más de dos ovulaciones. Los cinco genotipos reconocidos por presentar tasas de ovulación altas (3 ó más) son el Merino Booroola, Finn, Dahman, Romanov y Hu Yang (Cahill, 1984). En el Cuadro 1 se muestran algunas razas y su TO.

Cuadro 1. Efecto de la raza sobre la tasa de ovulación (TO) .

Raza	Número	TO	Autor
Targhee	29	1.34	Bradford y Quirke (1986)
Barbados	18	1.95	Bradford y Quirke (1986)
Semarang	19	1.31	Bradford et al. (1986)
Javanese TT ¹	93	1.76	Bradford et al. (1986)
Javanese FT ²	48	1.35	Bradford et al. (1986)
Sardi	50	1.13	Boujenane et al. (1991)
D´man	44	2.59	Boujenane et al. (1991)
Ile de France	--	1.80	Fry y Driancourt (1991)
Romanov	--	3.66	Fry y Driancourt (1991)

¹ Javanese Thin Tail; ² Javanese Fat Tail

Las diferencias en tasa de ovulación han sido relacionadas con la cantidad de folículos grandes (más de dos capas de células de granulosa) presentes en los ovarios, así por ejemplo, la raza Romanov con una tasa de ovulación de 3.1 presenta 233 ± 24.1 mientras la ovejas Ile de France con tasa de ovulación de 1.4 presentan 150 ± 20.1 (Cahill et al., 1979; Driancourt et al., 1985). La alta tasa de ovulación en ovejas Romanov parece ser determinada por muchos genes y es de carácter aditivo (Cahill, 1979). En contraste con ovejas Javanesas en donde la alta tasa de ovulación es debida a un gen mayor, por lo que no es aditivo pero sí depende de la segregación de éste gen (Bradford et al., 1986).

1.3.3.2. EDAD

Las ovejas en su primer estación reproductiva tienen una tasa de ovulación baja (Quirke et al., 1981; Scaramuzzi y Radford, 1983), y tiende a incrementarse conforme la edad y el número de partos aumenta, alrededor de los 3.5 años las ovejas registran su tasa de ovulación máxima y puede ser mantenida hasta los diez años de edad (Cahill, 1984). Esta relación se muestra en el Cuadro 2 y Figura 3.

Cuadro 2. Efecto de la edad sobre la tasa de ovulación para las razas Targhee, DLS y Barbados.

Raza	Edad (años)				Autor
	1.5	2.5	3.5	>4.5	
Targhee	---	1.31	1.52	1.64	Quirke et al. (1985)
DLS ¹	1.67	1.69	1.88	---	Fahmy (1989)
Barbados	1.73	1.79	---	---	Bradford y Quirke (1986)

¹ ½ Dorset; ¼ Leischester; ¼ Suffolk

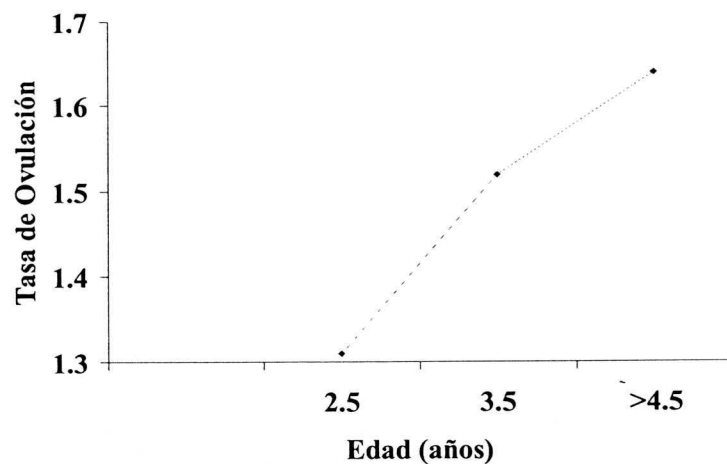


Figura 3. Efecto de la edad sobre la tasa de ovulación.

1.3.3.3. NUTRICIÓN

El potencial genético de las ovejas para manifestar su TO, es dependiente del estado nutricional y la condición corporal (CC). A largo plazo, el nivel de alimentación determina el peso vivo de los animales, mientras que a

corto plazo una mejora en el nivel nutricional está relacionada con una entrada de nutrientes a nivel celular que estimula la secreción de hormonas gonadotrópicas o bien actúan directamente a nivel ovárico para incrementar la producción de progesterona (Cox et al., 1987). Las ovejas sub alimentadas se han relacionado con baja CC y viceversa. Las ovejas que se encuentran bajas en CC (1.75-2.0), en general, presentan menos ovulaciones (0.9) comparativamente con ovejas moderadamente altas en CC (2.75-3.0; Rhind y McNeilly, 1986). Sin embargo, ovejas excesivamente gordas (CC=3.25-3.75) son asociadas con mayores pérdidas de óvulos (0.44 vs 0.23) al compararlas con ovejas moderadamente gordas (CC=2.75-3.0; Rhind et al., 1984).

La condición corporal menor de dos en animales en empadre deberá cambiar a una más alta con la finalidad de obtener mayor número de ovulaciones (Gunn y Doney, 1975). Estos cambios en CC requieren de un aumento en el consumo de alimento, sin embargo, si es administrado a libre acceso puede reducir la tasa de ovulación (O'Callaghan y Boland, 1999) sobre todo si la cantidad de energía metabolizable en el alimento es alta.

El suministro de dietas adecuadas incrementa el número de folículos preovulatorios que serán seleccionados para ovular (Downing et al., 1997) y con ello la tasa de ovulación incrementa. Los eventos endocrinos que favorecen éste crecimiento folicular al incrementar la alimentación se han tratado de caracterizar, sin embargo los resultados no muestran tendencias claras (Rhind y McNeilly, 1998), aunque se ha sugerido que es debido a la introducción de glucosa a nivel celular. Downing et al. (1995) demostraron que la infusión directa de glucosa intravenosa incrementa la tasa de ovulación y resulta en un incremento sostenido de insulina. Por lo tanto, estos resultados muestran la participación de la glucosa en la función ovárica al mismo tiempo que la insulina (O'Callaghan y Boland, 1999). Las ovejas subalimentadas también han sido asociadas con menores concentraciones de estradiol (Rhind y Schanbacher, 1991). En razas prolíficas el efecto de la CC sobre la tasa de ovulación es más importante que en razas monovulares, así, ovejas con un gran potencial de ovulación con el nivel más alto y más bajo de CC recomendada presentan tasas de ovulación de 3.4 y 2.3 respectivamente (Rhind et al., 1986).

1.3.3.4 ÉPOCA

La mayoría de las razas de ovejas presentan una marcada estacionalidad, caracterizada por una época reproductiva y una de anestro. La tasa de ovulación en anestro puede ser de cero (Knights, 2001) ó bien ser de uno o menor (Leyva et al., 1998) debido a que menos animales están ovulando y las ovulaciones múltiples disminuyen (Hulet et al., 1974). La tasa de ovulación dentro de la temporada reproductiva varía si los animales se encuentran al principio (baja; Hulet, 1974), la mitad (alta; Hulet y Foote, 1967) o al final de la época reproductiva (baja; Gherardi y Lindsay, 1980). Lamberson y Thomas (1982) realizaron determinaciones de la tasa de ovulación durante ocho meses, encontrando variaciones importantes. Los resultados se muestran en la figura 4.

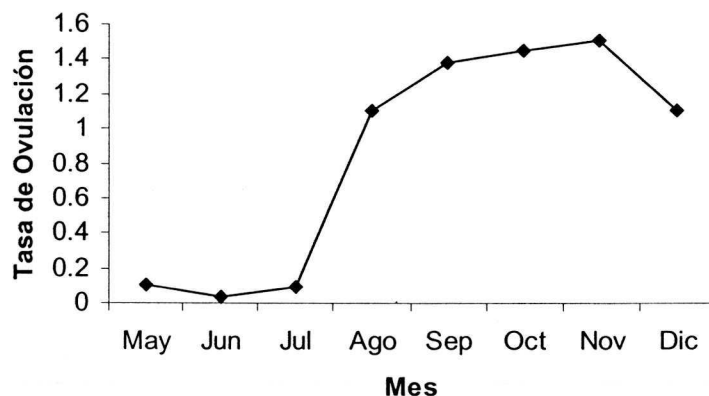


Figura 4. Efecto de la época sobre la tasa de ovulación.

La tasa reproductiva puede ser incrementada dirigiendo el momento del empadre a los meses en los cuales se presentan las mayores tasas de ovulación (Lamberson y Thomas, 1982).

La época de anestro coincide con la época de menor disponibilidad de forraje en forma natural, por lo que la condición corporal de los animales puede ser baja, enmascarando el efecto de la época.

1.3.3.5 FÁRMACOS

La influencia de algunas hormonas que intervienen en la ovulación y en la tasa de ovulación han sido objeto de estudio para algunos investigadores (Bindon, 1975; Quirke et al., 1979; Gonzales-Bulnes et al., 1997).

Wilkins (1997) reporta que los métodos para mejorar la reproducción en ovejas tienen el objetivo de incrementar la proporción de ovejas que tengan ovulaciones dobles, y de ese modo, incrementar el porcentaje de pariciones, aunque el número extra de corderos nacidos depende de la tasa de concepción y la sobrevivencia embrionaria.

El uso de PMSG en los programas de sincronización de celos favorece el incremento de la tasa de ovulación. Se han reportado diferencias en la tasa de ovulación de 3.2 ± 0.4 y 2.0 ± 0 para ovejas tratadas con PMSG en comparación con ovejas control (Husein *et al.*, 1997). Resultados similares han sido reportados por diversos investigadores (Leyva *et al.*, 1998; Echegaray *et al.*, 1997)

Otra hormona utilizada para aumentar la tasa de ovulación es la hormona folículo estimulante purificada (Knights, 2001) incluída en protocolos de sincronización de celos, aplicando 2 ml de FSH, 24 horas antes del retiro del progestágeno, con lo cual se llegan a obtener 0.3 ovulaciones extra (2.2 ± 0.2 vs 1.9 ± 0.1 cuando es o no incluída, respectivamente).

El uso de PG600 resulta en un incremento de la tasa de ovulación similar al uso de PMSG. Quirke *et al* (1979) reportan 2.10 ± 0.14 ovulaciones en ovejas al ser tratadas con PG600 y 1.74 ± 0.14 ovulaciones con PMSG.

El incremento en la tasa de ovulación no sólo depende de la hormona utilizada, sino que la dosis aplicada de éstas. La

inclusión de 300 y 600 UI de PMSG contra la no inclusión en las ovejas puede ser fundamental para obtener mejores resultados en la tasa de ovulación (1.2 y 2.4 vs 1.1; Pearce y Robinson, 1985) o aplicada dos días antes del retiro del progestágeno en dosis de 250 y 500 UI de PMSG, con lo que se ha reportado 1.43 ± 0.13 y 3.21 ± 0.13 ovulaciones respectivamente (Echegaray et al., 1997).

La inmunización contra androstenediona (Fecundin) aumenta la tasa de ovulación (0.36 ovulaciones más; Wilkins, 1997). La aplicación de anti LH de suero bovino durante la fase luteal incrementa la TO en 0.6 ovulaciones ($P < 0.05$; 2.7 ± 0.2 vs 2.1 ± 0.1 ; Fitzgerald et al., 1985).

CAPITULO II. COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE OVEJAS PELIBUEY
CON DIFERENTE TASA DE OVULACIÓN¹

REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN PELIBUEY EWES WITH DIFFERENT
OVULATION RATES

Hernández León Gerardo, Rangel Santos Raymundo, Rodríguez
de Lara Raymundo y Sánchez del Real Carlos

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento reproductivo de ovejas Pelibuey con diferente tasa de ovulación. Se utilizaron 171 ovejas Pelibuey multíparas, en condición corporal 2.5 durante los meses de abril a septiembre de 2001, se sincronizaron utilizando esponjas intravaginales impregnadas con 40 mg de acetato de fluorogestona (FGA), retirándose al día 12 de su inserción. La tasa ovulatoria se determinó entre los 9 y 10 días de presentado el celo, dividiendo a los animales en tres grupos, ovejas que presentaron uno (n=88), dos (n=68) o tres (n=15) cuerpos lúteos. Dos días después las ovejas se sometieron a una nueva sincronización y el día 10 se administraron 500 U.I. de gonadotropina sérica de yegua gestante (PMSG). La detección de celos se realizó a las 24

¹ Artículo para ser sometido a su posible publicación en la revista AGROCIENCIA

horas post remoción de la esponja. Las ovejas fueron inseminados por laparoscopia 12 horas después de detectado el celo, utilizando semen fresco de un semental Dorper de fertilidad conocida. Las variables evaluadas fueron incidencia y distribución de estros, fertilidad y prolificidad. Los datos fueron analizados mediante el procedimiento CATMOD de SAS. No se encontraron diferencias ($P>0.05$) en la incidencia y distribución de estros entre los diferentes grupos de tasa ovulatoria. El porcentaje de gestación y partos fue superior ($P<0.05$) en ovejas con tasa de ovulación triple (69.23 y 69.23%, respectivamente) comparativamente con las ovejas que presentaron doble (50.79 y 38.09%, respectivamente) o simple (46.66 y 38.66%, respectivamente). La prolificidad fue superior ($P<0.05$) en ovejas con tasa de ovulación triple (1.77 ± 0.15) y doble (1.54 ± 0.14) en comparación con ovejas con tasa de ovulación simple (1.31 ± 0.12). Los resultados mostraron que ovejas con tasa de ovulación alta presentan un mejor comportamiento reproductivo.

Palabras clave: Tasa de ovulación, fertilidad, prolificidad, sincronización, Pelibuey.

ABSTRACT

The study was conducted to evaluate the reproductive performance of Pelibuey ewes with different ovulation rates. One hundred and seventy one multiparous ewes in 2.5 body condition during April to September of 2001 were included. The animals were synchronized with intravaginal sponges containing 40 mg of fluorogestone acetate (FGA) for 12 days, measuring ovulation rate 9 to 10 days after oestrus. Then, the animals were divided into three groups. Group 1, 2 and 3 included ewes with one (n=88), two (n=68) and three (n=15) ovulations, respectively. Two days later the animals were synchronized once again and 2 days before sponge removal 500 U.I. of PMSG were administered. Heat was detected every six hours starting 24 hours after sponge withdrawal. The animals were inseminated 12 hours after heat detection by laparoscopy with fresh semen from a Dorper ram of known fertility. The variables recorded were incidence and distribution of oestrus, fertility and prolificacy. The data were analyzed by CATMOD procedure available in the SAS programme. There were not differences ($p > 0.05$) in the incidence and distribution of oestrus among ovulation rate groups. There were differences ($p < 0.05$) in pregnancy and lambing rate between ewes with 3 corpora lutea (69.23 and 69.23%) and ewes with 2 (50.79 and

38.09%) or 1 corpus luteum (46.66 and 38.66%). The prolificacy in ewes with three (1.77 ± 0.15) and two (1.54 ± 0.14) ovulation rate was higher ($P < 0.05$) compared with ewes with single corpora lutea (1.31 ± 0.12). In conclusion, the results showed better reproductive performance in ewes with triple ovulation rate.

Keywords: Pelibuey, ovulation rate, fertility, prolificacy, synchronization.

INTRODUCCIÓN

El incrementar la cantidad de corderos nacidos por oveja representa una gran oportunidad de mejorar los ingresos de los productores. El número potencial de corderos nacidos a su vez está afectado por algunos componentes, entre los que se incluye a la tasa de ovulación, la tasa de fertilización y la sobrevivencia embrionaria (Schoenian y Burfening, 1990).

La tasa de ovulación (TO) entre y dentro de razas, es muy variable y generalmente se han agrupado ovejas de acuerdo a esta característica con la finalidad de evaluar su relación con la fertilidad, la sobrevivencia embrionaria y el tipo de parto (Bradford y Quirke, 1986; Shelton y Willingham, 1989; Schoenian y Burfening, 1990).

Actualmente existen diversos métodos para sincronizar celos en ovejas, de los cuales las esponjas intravaginales impregnadas con acetato de fluorogestona (FGA) o acetato de medroxiprogesterona (MAP) han tenido una gran aceptación y uso (Ainsworth y Shrestha, 1985). La aplicación adicional de gonadotropina sérica de yegua gestante (PMSG) al momento del retiro de la esponja (Husein et al., 1998) o dos días antes (Rangel, 2001), hace más precisa la sincronización del celo y la ovulación (Ainsworth y Shrestha, 1985). Sin

embargo, los protocolos de sincronización de estros utilizados actualmente no toman en consideración la TO natural de los animales, lo cual puede ser debido a dificultades prácticas para su determinación, ya que se necesita equipo sofisticado y personal capacitado. La tasa de ovulación puede ser determinada por laparotomía media ventral (Bindon, 1975), por laparoscopia (Fry y Driancourt, 1996) o con la ayuda de un equipo de ultrasonografía de tiempo real (Gibbons et al., 1999).

Las altas tasas de ovulación han sido asociadas con altas concentraciones de hormona folículo estimulante (FSH) en el organismo (Fry y Driancourt, 1996), por lo que representa una alternativa que podría ser tomada en consideración al diseñar los protocolos de sincronización de celos.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento reproductivo de ovejas Pelibuey que presentan diferente tasa de ovulación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en una granja comercial, ubicada en el estado de Querétaro, México (20° 54' LN). Se utilizaron 171 ovejas Pelibuey multíparas, con un peso promedio de 40 kg, en condición corporal 2.5 durante los meses de abril a septiembre de 2001. Permanecieron en confinamiento consumiendo una dieta constituida con heno de alfalfa a libre acceso y 400 gramos diarios de un concentrado comercial conteniendo 14% de proteína cruda, el suministro de agua fue a libre acceso.

Las ovejas fueron sometidas a una sincronización de celos preliminar con esponjas intravaginales conteniendo 40 mg de acetato de fluorogestona (FGA; Chronogest, Intervet) por 12 días, para determinar su tasa ovulatoria, entre el día 9 y 10 después de haber presentado el celo, con la ayuda de un laparoscopio. La TO fue determinada contando el número de cuerpos lúteos presentes sobre la superficie de ambos ovarios. Tomando en consideración el número de cuerpos lúteos, los animales fueron clasificados en ovejas con TO simple, doble o triple.

Las ovejas fueron nuevamente sincronizadas dos días después de determinada su TO, siguiendo el protocolo descrito previamente, además de la administración

intramuscular de 500 UI de PMSG (Folligon®, Intervet) dos días antes de remover la esponja. Los celos se detectaron cada seis horas iniciando a las 24 horas post remoción de la esponja utilizando machos vasectomizados. Las ovejas detectadas en celo se inseminaron por laparoscopia 12 horas post detección del celo con semen fresco de un semental Dorper de fertilidad conocida con 100 millones de espermatozoides (Killen y Caffery, 1982).

El diagnóstico de gestación (DG) se llevó a cabo 45 días después del servicio vía transabdominal utilizando un transductor sectorial de 3.5 MHz integrado a un equipo de ultrasonografía Sonovet 600 (Madison, Universal Medical Systems Inc.).

Las variables evaluadas fueron incidencia y distribución de celos; fertilidad al momento del DG, al parto y prolificidad. Se empleó el modelo de regresión logística $\ln(\pi/1-\pi) = \alpha + \beta_1 x_1$, donde π = la probabilidad de ocurrencia de un evento; α = el intercepto; β_1 = es el coeficiente asociado con la variable explicativa; x_1 = variable explicativa (TO) y $\pi/1-\pi$ = cociente que indica probabilidad de la presencia de un evento en relación con su ausencia. Los resultados se analizaron utilizando el procedimiento CATMOD (SAS, 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La retención de esponjas fue del 100%, los resultados son considerados buenos y concuerdan con los reportados por Simonetti *et al.* (2000) quienes obtuvieron un 99.5% de retención de esponjas o con los reportados por Avila (2001) que obtuvo un 96.6%.

Los resultados de incidencia de estros se muestran en el Cuadro 1. En general el 88.88% (152/171) de las ovejas fueron detectados en celo, y no hubo diferencias ($P>0.05$) entre ovejas con tasa de ovulación simple, doble o triple.

CUADRO 1. Incidencia de celos en ovejas Pelibuey con diferente tasa de ovulación.

Tasa de ovulación	Total de ovejas	Ovejas en celo	Incidencia de celos (%)
1	88	76	86.36 a
2	68	63	92.64 a
3	15	13	86.66 a

Literales iguales significa no diferencia ($P>0.05$) entre tasas de ovulación.

La tasa de ovulación no afectó el porcentaje de ovejas que presentaron celo después del tratamiento de

sincronización. Resultados similares de incidencia de celos reportaron Crosby et al. (1991) en ovejas Suffolk y sus cruza, o en razas de pelo (Godfrey et al., 1998), pero sin determinar la relación con la TO.

Los resultados de la distribución de celos se presentan en el Cuadro 2. No se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos de ovejas.

CUADRO 2. Distribución de celos en ovejas Pelibuey con diferente tasa de ovulación.

Tasa de ovulación	Animales en celo	Celo a 24 horas		Celo a 30 horas	
		Número	%	Número	%
1	76	48	63.16	28	36.84 a
2	63	42	66.66	21	33.34 a
3	13	9	69.23	4	30.77 a

Literales iguales significa no diferencia ($P>0.05$) entre tasas de ovulación.

Los resultados muestran que la tasa de ovulación no afectó la distribución de celos. La mayor concentración de celos se presentó a las 24 horas, resultados similares reportan Husein et al. (1998) aplicando 500 UI de PMSG al retirar la esponja, aunque no lo relacionaron con la TO. La mayor concentración de celos se atribuye a la aplicación de

PMSG, independientemente de la TO, sin embargo, no se considera necesaria la aplicación de 500 UI de PMSG en ovejas prolíficas (Ainsworth y Shrestha, 1985).

Los resultados de estudios donde no se incluye PMSG en el protocolo de sincronización reportan una distribución de celos más amplia (Oyediji *et al.*, 1990). Moses *et al.* (1997) reportaron 36.4% de ovejas en celo a las 24 horas de haber retirado las esponjas y 43.1% a las 48 horas.

El porcentaje de gestación fue superior ($P < 0.05$) en ovejas con TO triple comparativamente con los otros dos grupos de ovejas (Cuadro 3).

CUADRO 3. Porcentaje de gestaciones en ovejas Pelibuey con diferente tasa de ovulación.

Tasa de ovulación	Ovejas inseminadas	Ovejas gestantes	Porcentaje de gestación
1	75	35	46.66 a
2	63	32	50.79 a
3	13	9	69.23 b

Diferente literal indica diferencias ($P < 0.05$) entre tasas de ovulación.

Los resultados muestran una diferencia en fertilidad a favor de ovejas con TO triple, lo cual puede estar asociado con la probabilidad de fertilización de los óvulos

liberados. Se muestra una diferencia de 4% al comparar ovejas con ovulaciones simples con dobles y de 13% al compararlas con ovejas de ovulación triple, estos resultados concuerdan con los reportados por Wilkins (1997) en donde las diferencias en fertilidad fueron de 7 a 16% al comparar ovejas con ovulación simple y doble. Cameron et al. (1998) obtuvieron un incremento del 8% en fertilidad al momento del DG, al cambiar la tasa de ovulación de uno a dos. Resultados similares fueron reportados por Wilkins (1997). Shelton y Willingham (1989) mencionaron que la probabilidad de que algún óvulo sea fertilizado es del 70 al 80% bajo condiciones favorables, lo cual significa que si la oveja libera un óvulo la posibilidad de que ocurra la fertilización es todo o nada, por el contrario, si dos o más óvulos son liberados, probablemente alguno de ellos no se fertilizará, pero la presencia de otro óvulo viable evitará el retorno al celo.

En general, los resultados son bajos si se comparan con los reportados por Schoenian y Burfening (1990) quienes obtuvieron niveles de fertilidad de 73, 72 y 67% en ovejas con 1, 2 ó 3 cuerpos lúteos respectivamente. Adicionalmente estos autores reportaron niveles de fertilidad superior en ovejas con doble ovulación bilateral (80%) comparativamente con ovejas con ovulación doble pero unilateral (64%).

Resultados similares de fertilidad en ovejas fueron reportados por Shelton y Willingham (1989) y Michels et al. (1998) quienes indicaron que la fertilización de óvulos no es un proceso de todo o nada, sino que es independiente en cada óvulo liberado.

El porcentaje de partos fue menor ($P < 0.05$) en ovejas con TO simple y doble comparativamente con ovejas con TO triple (Cuadro 4).

CUADRO 4. Porcentaje de pariciones en ovejas Pelibuey con diferente tasa de ovulación.

Tasa de ovulación	Ovejas inseminadas	Ovejas paridas	Porcentaje de partos
1	75	29	38.66 a
2	63	24	38.09 a
3	13	9	69.23 b

Diferente literal indica diferencias ($P < 0.05$) entre tasas de ovulación.

Los resultados de fertilidad al parto son menores con respecto a los obtenidos al momento del DG, para ovejas con TO simple y doble, no así para ovejas con TO triple. Al DG no se determinó el número de fetos, pero la disminución en fertilidad puede deberse a que en ovejas poliovulares existe mayor posibilidad de retener un embrión viable y con

ello mantener la gestación, sin embargo, ésto puede contribuir a la disminución en la incidencia de partos múltiples (Langford et al., 1982). Los resultados muestran de 8 a 12% de pérdidas embrionarias o fetales, las cuales son similares al 9% de pérdidas embrionarias reportado por Langford et al. (1982).

Michels et al. (1998) reportaron 9.0 y 5.4% de pérdidas fetales en ovejas con tasa de ovulación alta (6.1) y baja (4.0), determinadas entre el día 40 y 60 post coito, mientras reportan pérdidas de 1.6 y 8.6% después de los 60 días post coito hasta el parto respectivamente.

Los resultados de prolificidad se muestran en el Cuadro 5. La prolificidad fue inferior ($P < 0.05$) en ovejas con TO simple en comparación con las que presentaron tasa de ovulación doble y triple.

CUADRO 5. Prolificidad de ovejas Pelibuey con diferente tasa de ovulación.

Tasa de ovulación	Ovejas paridas	Corderos nacidos	Prolificidad $X \pm ES$
1	29	38	$1.31 \pm 0.12a$
2	24	37	$1.54 \pm 0.14b$
3	9	16	$1.77 \pm 0.15b$

Diferente literal indica diferencias ($P < 0.05$) entre tasas de ovulación.

X= media y ES= Error Estándar

El número de corderos nacidos no sólo depende del número de ovulaciones, sino también de la tasa de fertilización y la incidencia de pérdidas embrionarias y fetales. En general, la prolificidad se incrementa en ovejas con tasa de ovulación alta (2 ó más), sin ser necesariamente una relación lineal puede asumirse que a medida que aumenta el número de óvulos liberados, éstos podrán ser fecundados y representan corderos potenciales. Las pérdidas embrionarias en ovejas con ovulación simple puede significar la pérdida de la gestación, y en ovejas con TO múltiple se refleja en baja prolificidad.

Shelton y Willingham (1989) encontraron que a medida que aumenta la TO se incrementa la prolificidad. Ovejas que presentaron TO de 1, 2 ó 3 produjeron 0.717, 1.33, y 1.96 corderos respectivamente. Bradford et al. (1986) mencionan que una alta tasa de ovulación está asociada con una mayor incidencia de partos múltiples, reportando específicamente que de 19 ovejas con partos triples, 18 de ellas tenían tres o más ovulaciones.

CONCLUSIONES

La tasa de ovulación en ovejas no tiene efectos sobre la incidencia o distribución de celos.

Las ovejas con tasa de ovulación triple presentaron los mejores resultados para fertilidad al diagnóstico de gestación y al parto comparativamente con ovejas con tasa de ovulación doble o simple.

Las ovejas con tasa de ovulación triple presentan mejores niveles de prolificidad en comparación con ovejas con tasa de ovulación simple y doble.

LITERATURA CITADA

- Ainsworth L. and J.N.B.Shresta. 1985. Effect of PMSG dosage on the reproductive performance of adult ewes and ewe lambs bred at a progestagen-PMSG synchronized estrus. *Theriogenology* 24:479-487.
- Avila O.J.G. 2001. Comparación de dos progestágenos en la sincronización de celos en ovejas Pelibuey. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Junio. p53.
- Bindon B.M. 1975. Ovulation in ewes selected for fecundity: Effect of synthetic GnRH injected on the day of oestrus. *Journal Reproduction and Fertility* 44:325-328.
- Bradford, G.E. and J.F. Quirke. 1986. Ovulation rate and litter size of Barbados, Targhee and crossbred ewes. *Journal of Animal Science* 62:905-909.
- Bradford, G.E., Quirke, J.F., Sitorus, P., I.I.T. Bess, Bell F.L., Fletcher I.C. and Torell D.T. 1986. Reproduction in Javanese sheep: Evidence for a gene with large effect on ovulation rate and litter size. *Journal of Animal Science* 63:418-431.
- Cameron A.W.N., C.M. Oldman, I.J. Fairnie, E.J. Keogh and D.R. Lindsay. 1988. The number of spermatozoa, the number of ovulations per ewe, and immunization against

- androstenedione affect fertility and prolificacy of sheep. *Journal Reproduction and Fertility* 84:43-50.
- Crosby T. F., M.P. Boland and I. Gordon. 1991. Effect of progestagen treatments on the incidence of oestrus and pregnancy rates in ewes. *Animal Reproduction Science* 24:109-118.
- Fry, R.C. and Driancourt, M.A. 1996. Relationships between follicle-stimulating hormone, follicle growth and ovulation rate in sheep. *Reproduction Fertility and Development* 8:279-286.
- Gibbons J.R., K. Kot, D.L. Thomas, M.C. Wiltbank and O.J. Ginther. 1999. Follicular and FSH dynamics in ewes with a history of high and low ovulation rates. *Theriogenology* 52:1005-1020.
- Godfrey R.W., J.R. Collins, E.L. Hensley and J.E. Wheaton. 1999. Estrus synchronization and artificial insemination of hair sheep ewes in the tropics. *Theriogenology* 51:985-997.
- Husein M.Q., M.T. Bailey, M.M. Ababneh, J.E. Romano, B.G. Crabo and J.E. Wheaton. 1998. Effect of eCG on the pregnancy rate of ewes transcervically inseminated with frozen-thawed semen outside the breeding season. *Theriogenology* 49:997-1005.

- Killen I.D. and G.J. Caffery. 1982. Uterine insemination of ewes with the aid of laparoscope. Australian Veterinary Journal 59:95 (Abstract).
- Langford G.A., L. Ainsworth and M.S. Wolynetz. 1982. Reproductive response of progestagen-treated sheep in confinement to a single and double insemination. Journal of Animal Science 54:12-17.
- Michels H., D. Vanmontfort, E. Dewil and E. Decuyper. 1998. Genetic variation of prenatal survival in relation to ovulation rate in sheep: A review. Small Ruminant Research 29:129-142.
- Moses D., A.G. Martínez, G. Iorio, A. Valcárcel, A. Ham, H. Pessi, R. Castañón, A. Maciá and M.A. de las Heras. 1997. A large scale program in laparoscopic intrauterine insemination with frozen-thawed semen in Australian Merino sheep in Argentine Patagonia. Theriogenology 48:651-657.
- Oyediji G.O., M.O. Akusu and G.N. Egbunike. 1990. Comparative studies on the effectiveness of Sil-Estrus implants, Veramix sheep sponges and prostaglandin $F_{2\alpha}$ in synchronizing estrus in West African Dwarf sheep. Theriogenology 34:613-618.

- Rangel S.R. 2001. Experiencias y perspectivas de la inseminación artificial y transferencia de embriones en ovinos en México. In: Memorias II Curso Internacional Fisiología de la Reproducción en Rumiantes. Gallegos S.J., A. Pro M y S.S. González M. (eds.). Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 18-21 septiembre. pp 23-46.
- Shelton, M. and Willingham, T. 1989. Approaches to improved lamb crops. In: National Sheep Reproduction Symposium. Colorado State University. Fort Collins, Colorado. July 10-11. pp. 1-9
- Shoenian, G.S. and Burfening, P.J. 1990. Ovulation rate, lambing rate, litter size and embryo survival of Rambouillet sheep selected for high and low reproductive rate. Journal of Animal Science 68:2263-2270
- Simonetti L., M.R. Blanco and J.C. Gardon. 2000. Estrus synchronization in ewes treated with sponges impregnated with different doses of medroxyprogesterone acetate. Small Ruminant Research 38:243-247.
- Wilkins J.F. 1997. Method of stimulating ovulation rate in Merino ewes may affect conception but not embryo survival. Animal Reproduction Science 47:31-42

CAPITULO III. LITERATURA CITADA

- Ainsworth L. and J.N.B. Shresta. 1985. Effect of PMSG dosage on the reproductive performance of adult ewes and ewe lambs bred at a progestagen-PMSG synchronized estrus. *Theriogenology* 24:479-487.
- Alvarez M.C., S.R. Rangel, F.O. Gutiérrez y S.C. Apodaca. 1997. Sincronización de celos en ovejas Criollas utilizando dos progestágenos (FGA y MAP). In: IX Congreso Nacional de Producción Ovina. Querétaro, México. pp. 72-74.
- Avdi M., P. Chemineau and M.A. Driancourt. 1997. Alterations in follicular maturation associated with within-breed variation in ovulation rate in Chios sheep. *Anim. Reprod. Sci.* 46:223-235.
- Avila O.J.G. 2001. Comparación de dos progestágenos en la sincronización de celos en ovejas Pelibuey. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Junio. p53.
- Barnell G.K., S.M. Moenter, A. Caraty and F.J. Karsch. 1992. Seasonal changes of gonadotropin-releasing hormone secretion in the ewe. *Biol. Reprod.* 46:1130-1135.

- Bartlewski M.P., A.P. Beard and N. C. Rawlings. 1999.
Ovarian function in ewes during the transition from
breeding season to anoestrus. Anim. Reprod. Sci.
57:51-66.
- Bartlewski M.P., A.P. Beard and N. C. Rawlings. 2001.
Ultrasonographic study of the effects of the corpus
luteum on antral follicular development in
unilaterally ovulating western white-faced ewes. Anim.
Reprod. Sci. 65:231-244.
- Bindon B.M. 1975. Ovulation in ewes selected for fecundity:
Effect of synthetic Gn-RH injected on the day of
oestrus. J. Reprod. Fert. 44:325-328.
- Bindon B.M., L.R. Piper and J. Thimonier. 1984.
Preovulatory LH characteristics and time of ovulation
in the prolific Booroola Merino ewe. J. Reprod. Fert.
71:519-523.
- Bradford G.E. and J.F. Quirke. 1986. Ovulation rate and
litter size of Barbados, Targhee and Crossbreed ewes.
J. Anim. Sci. 62:905-909.
- Bradford G.E., J.F. Quirke, P. Sitorus, I.I.B.
Tiestnamurti, F.L. Bell, I.C. Fletcher and D.T.
Torrell. 1986. Reproduction in Javanese sheep:
Evidence for a gene with large effect on ovulation rate
and litter size. J. Anim. Sci. 63:418-431.

- 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.
- Cahill L.P. 1984. Folliculogenesis and ovulation rate in sheep. In: *Reproduction in Sheep*. Lindsay D.R. and Pearce D.T. eds. Cambridge University Press. pp. 92-98.
- Cahill L.P. and P. Mauleon. 1981. A study of the population of primordial and small follicles in the sheep. *J. Reprod. Fert.* 61:201-206.
- Cahill L.P., J.C. Mariana and P. Mauleon. 1979. Total follicular populations in ewes of high and low ovulation rates. *J. Reprod. Fert.* 55:27-36.
- Cameron A.W.N., C.M. Oldman, I.J. Fairnie, E.J. Keogh and D.R. Lindsay. 1988. The number of spermatozoa, the number of ovulations per ewe, and immunization against androstenedione affect fertility and prolificacy of sheep. *J. Reprod. Fert.* 84:43-50.
- Campbell B.K., J.R. Scaramuzzi and R. Webb. 1995. Control of antral follicle development and selection in sheep and cattle. *J. Reprod. Fert. (Suppl.)*. 49:335-350.
- Cardwell B.E., G.Q. Fitch and R.D. Geisert. 1998. Ultrasonic evaluation for the time of ovulation in

- ewes treated with norgestomet and norgestomet followed by pregnant mares's serum gonadotropin. J. Anim. Sci. 76:2235-2238.
- Clarke I.J. 1984. Neuroendocrine control of the ovine oestrous cycle. In: Reproduction in sheep. Eds. Lindsay D.R. and Pearce D.T. Cambridge University Press. pp.1-6.
- Cline M.A., J.N. Ralston, R.C. Seals and G.S. Lewis. 2001. Intervals from norgestomet withdrawal and injection of equine chorionic gonadotropin or P.G.600 to estrus and ovulation in ewes. J. Anim. Sci. 79:589-594.
- Cox, N.M., Stuart, M.J., Althen, T.G., Bennet, W.A. and Miller, H.W. 1987. Enhancement of ovulation rate in gilts by increasing dietary energy and administering insulin during follicular growth. J. Anim. Sci. 64: 507-516
- Crosby T.F., M.P. Boland and I. Gordon. 1991. Effect of progestagen treatment on the incidence of oestrus and pregnancy rates in ewes. Anim. Reprod. Sci. 24:109-118.
- Cunningham N.F., A.M. Symons and N. Saba. 1975. Levels of progesterone, LH and FSH in the plasma of sheep during the oestrus cycle. J. Reprod. Fert. 45:177-180.

- Daniel J.A., S.W. Sterle, E.L. McFadin-Buff and D.H. Keisler. 2001. Breeding ewes out-of-season using melengestrol acetate, one injection of progesterone, or a controlled internal drug releasing device. *Theriogenology* 56:105-110.
- Downing J.A., J. Joss, J. Connell and R.J. Scaramuzzi. 1995. Ovulation rate and the concentrations of gonadotrophic and metabolic hormones in ewes fed lupin grain. *J. Reprod. Fert.* 103:137-145.
- Downing J.A., J. Joss and R.J. Scaramuzzi. 1997. Ovulation rate and the concentrations of LH, FSH, GH, prolactin and insulin in ewes infused with tryptophan, tyrosine or tyrosine plus phenilalanine during the luteal phase of the oestrus cycle. *Anim. Reprod. Sci.* 45:283-297.
- Driancourt M.A. and L.P. Cahill. 1984. Preovulatory follicular events in sheep. *J. Reprod. Fert.* 71:205-211.
- Driancourt M.A., L.P. Cahill and B.M. Bindon. 1985. Ovarian follicular populations and preovulatory enlargement in Booroola and control Merino ewes. *J. Reprod. Fert.* 73:93-107.
- Echegaray T.J.L., S.R. Rangel, T.E. Sánchez y O.M.E. Suárez. 1997. Efecto de dosis de PMSG en la respuesta

- ovárica de ovejas. In: IX Congreso Nacional de Producción Ovina. Querétaro, México. pp. 79-83.
- Fitzgerald J., F. Michel and W. R. Buttler. 1982. Growth and sexual maturation in ewes: dietary and seasonal effects modulating luteinising hormone secretion and first ovulation. Biol. Reprod. 27:864-870.
- Evans N.P., G.E. Dahl, D. Mauger and F.J. Karsch. 1995. Estradiol induces both qualitative and quantitative changes in the pattern of gonadotropin-releasing hormone secretion during the presurge period in the ewe. Endocrinology 136:1603-1609.
- Evans A.C.O., J.D. Flynn, P. Duffy, P.G. Knights and M.P. Boland. 2002. Effects of ovarian follicle ablation on FSH, oestradiol and inhibin A concentrations and growth of other follicles in sheep. Reproduction 123:59-66.
- Evans A.C.O., P. Duffy, N. Hynes and M.P. Boland. 2000. Waves of follicle development during the oestrus cycle in sheep. Theriogenology 53:699-715.
- Fahmy M.H. 1989. Repeatibility of ovulation rate, number of lambs born and ova loss in sheep with different ovulation rates. Can. J. Anim. Sci. 69:307-314.
- 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.
- Fry R.C. and M.A. Driancourt. 1996. Relationships between follicle-stimulating hormone, follicle growth on ovulation rate in sheep. Reprod. Fert. Dev. 8:279-286.
- Gherardi P.B. and D.R. Lindsay. 1980. The effect of season on the ovulatory response of Merino ewes to serum from pregnant mares. J. Reprod. Fert. 60:425-469.
- Godfrey R.W., M.L. Gray and J.R. Collins. 1997. A comparison of two methods of oestrous synchronisation of hair sheep in the tropics. Anim. Reprod. Sci. 47:99-106.
- Godfrey R.W., J.R. Collins, E.L. Hensley and J.E. Wheaton. 1998. Estrus synchronization and artificial insemination of hair sheep ewes in the tropics. Theriogenology 51:985-997.
- Godfrey R.W., J.R. Collins and E.L. Hensley. 2001. Behavioral and endocrine responses of hair sheep ewes exposed to different mating stimuli around estrus. Theriogenology 55:877-884.
- Gonzalez-Bulnes A., J. Santiago-Moreno, M.J. Cocero and A. Lopez-Sebastian. 1999. Effects of FSH commercial preparation and follicular status on follicular growth

- and superovulatory response in Spanish Merino ewes. *Theriogenology* 52:505-514.
- Gonzalez Reyna A., M. J. Valencia, W. C. Foote and B. D. Murphy. 1991. Hair sheep in Mexico: Reproduction in the Pelibuey or Tabasco sheep. *Anim. Breed. Abst.* 59:509-524.
- Gordon I. 1997. *Controlled Reproduction in Sheep and Goats*. CAB International. 450 p.
- Greyling J.P.C., J.A. Erasmus, G.J. Taylor and S. Van der Merwe. 1997. Synchronization of estrus in sheep using progestagen and inseminating with chilled semen during the breeding season. *Small Rumin. Res.* 26:137-143.
- Gunn R.G. and J.M. Doney. 1975. The interaction of nutrition and body condition at mating on ovulation rate and early embryo mortality in Scottish Blackface ewes. *J. Agric. Sci. Camb.* 85:465-470.
- Hafez E.S.E. 1952. Studies on the breeding season and reproduction of the ewe. *J. Agr. Sci. Camb.* 42:189-265.
- Henderson K.M., M.D. Prisk, N. Hudson, K. Ball, K.P. McNatty, S. Lun, D. Heath, L.E. Kieboom, and J. McDiarmid. 1986. Use follicular fluid to increase ovulation rate or prevent ovulation in sheep. *J. Reprod. Fert.* 76:623-635.

- Hulet C.V. and W.C. Foote. 1967. Relationships between ovulation rate and reproductive performance in sheep. J. Anim. Sci. 26:563-566.
- Hulet C.V., D.A. Price and W.C. Foote. 1974. Effects of month of breeding and feed level on ovulation and lambing rates of Panama ewes. J. Anim. Sci. 39:73-78.
- Husein M.Q., M.M. Bailey, J.E. Ababneh, B.G. Romano, B.G. Crabo and J.E. Wheaton. 1997. Effect of eCG on the pregnancy rate of ewes transcervically inseminated with frozen-thawed semen outside the breeding season. Theriogenology 49:997-1005.
- Killian D.B., D.O. Kiesling and J.E. Warren Jr. 1985. Lifespan of corpora lutea induced in estrous-synchronized cycling and anestrous ewes. J. Anim. Sci. 61:210-215.
- Knights M., T. Hoehn, P.E. Lewis and E.K. Inskeep. 2001. Effectiveness of intravaginal progesterone inserts and FSH for inducing synchronized estrus and increasing lambing rate in anestrous ewes. J. Anim. Sci. 79:1120-1131.
- Lahlou-Kassi A. and J.C. Mariana. 1984. Ovarian follicular growth during the oestrous cycle in two breeds of ewes of different ovulation rate, the D`Man and the Timandite. J. Reprod. Fert. 72:301-310.

- Lamberson W.R. and D.L. Thomas. 1982. Effects of season and breed of sire on incidence of estrus and ovulation rate in sheep. J. Anim. Sci. 54:533-539.
- Land R.B. 1970. A relationship between the duration of oestrus, ovulation rate and litter size of sheep. J. Reprod. Fert. 23:49-53.
- Langford G.A. 1986. Influence of body weight and number of inseminations on fertility of progestagen-treated ewe lambs raised in controlled environments. J. Anim. Sci. 62:1058-1062.
- Leyva V., B.C. Buckrell and J.S. Walton. 1998. Regulation of follicular activity and ovulation in ewes by exogenous progestagen. Theriogenology 50:395-416.
- Lopez-Sebastian A., B.A. Gonzalez, M.J. Santiago, A. Gomez-Brunet, E.C. Townsend and E.K. Inskeep. 1997. Patterns of follicular development during the estrous cycle in monovular Merino del Pais ewes. Anim. Reprod. Sci. 48:279-291.
- Mac Donell H.F. 1985. Effects of progesterone-impregnated sponge treatment on peripheral plasma hormone levels and fertility in the cyclic ewe. Theriogenology 24:575-586.
- Martínez R.R.D., Q.L.A. Zarco, L.C. Cruz y G.I. Rubio. 1995. La estacionalidad de la actividad ovárica en la

- oveja Pelibuey es independiente de variaciones en el peso o condición corporal de los animales. In: VIII Congreso Nacional de Producción Ovina. Chapingo, México. pp. 131-134.
- Milvae R.A. 2000. Inter-relationships between endothelin and prostaglandin F2 alpha in corpus luteum function. Rev. Reprod. 5:1-5.
- Moenter S.M., Caraty A. and F.J. 1990. The estradiol-induced surge of gonadotropin-releasing hormone in the ewe. Endocrinology 127:1375-1384.
- Moore R.W. and D. Whyman. 1980. Fertilizing ability of semen from rams of high- and low-prolificacy flocks. J. Reprod. Fert. 59:311-316.
- Noel B., J.L. Bister and R Paquay. 1993. Ovarian follicular dynamics in Suffolk ewes at different periods of the year. J. Reprod. Fert. 99:695-700.
- O'Callaghan D. and M.P. Boland. 1999. Nutritional effects on ovulation, embryo development and the establishment of pregnancy in ruminants. Anim. Sci. 64:299-314.
- Oyediji G.O., M.O. Akusu and G.N. Egbunike. 1990. Comparative studies on the effectiveness of sil-estrus implants, veramix sheep sponges and prostaglandins F_{2α} in synchronizing estrus in West African Dwarf sheep. Theriogenology 34:613-618.

- Pearce D.T. and T.J. Robinson. 1985. Plasma progesterone concentrations, ovarian and endocrinological responses and sperm transport in ewes with synchronized oestrus. J. Reprod. Fert. 75:49-62.
- Picton H.M. 2001. Activation of follicle development: the primordial follicle. Theriogenology 55:1193-1210.
- Powell M.R., M. Kaps, W.R. Lamberson and D.H. Keisler. 1996. Use of melengestrol acetate-based treatments to induce and synchronize estrus in seasonally anestrus ewes. J. Anim. Sci. 74:2292-2302.
- Quirke J.F., J.J. Jennings, J.P. Hanrahan and J.P. Gosling. 1979. Oestrus, time of ovulation rate and conception rate in progestagen-treated ewes given Gn-RH, Gn-RH analogues and gonadotrophins. J. Reprod. Fert. 56:479-488.
- Quirke J.F., J.P. Hanrahan and J.P. Gosling. 1981. Duration of oestrus, ovulation rate, time of ovulation and plasma LH, total oestrogen and progesterone in Galway adult ewes and ewe lambs. J. Reprod. Fert. 61:265-272.
- Quirke J.F., G.E. Bradford, T.R. Famula and D.T. Torrell. 1985. Ovulation rate in sheep selected for weaning weight or litter size. J. Anim. Sci. 61:1421-1430.
- Rajakoski E. 1960. The ovarian follicular system in sexually mature heifers with special reference to

- seasonally, cyclical, and left-right variations. *Acta Endocrinol* 52. (Suppl.):1-68.
- Rangel S.R. 2001. Experiencias y perspectivas de la inseminación artificial y transferencia de embriones en ovinos en México. In: *Memorias II Curso Internacional Fisiología de la Reproducción en Rumiantes*. Gallegos S.J., A. Pro M y S.S. González M. (eds.). Montecillo, Texcoco, México. 18-21 septiembre. pp. 23-46.
- Rangel S.R., M.F. McDonald, M.F. Wickham y H.W. Vivanco. 1993. Efecto de dosis, tiempo de administración y fuente de PMSG en ovejas Romney Marsh tratadas en anestro. In: *Memorias de la XII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal*. Santiago de Chile. Pp. 78-79.
- Rangel S.R., T.J.L. Echegaray, L.S. Santos, S.C. Apodaca y O.J. Ayala. 1997. Efecto de la administración de PMSG en ovejas Pelibuey sincronizadas. In: *IX Congreso Nacional de Producción Ovina*. Querétaro, México. pp. 84-87.
- Ravindra J.P., N. C. Rawllings, A.C.O. Evans and G.P. Adams. 1994. Ultrasonographic study of ovarian follicular dynamics in ewes during the oestrus cycle. *J. Reprod. Fert.* 101:501-509.
- Rhind S.M., R.G. Gunn, J.M. Doney and I.D. Leslie. 1984. A

- note on the reproductive performance of Greyface ewes in moderately fat and very fat condition at mating. Anim. Prod. 38:305-307.
- Rhind S.M. and A.S. McNeilly. 1986. Follicle populations, ovulation rates and plasma profiles of LH, FSH and prolactin in Scottish Blackface ewes in high and low levels of body condition. Anim. Reprod. Sci. 10:105-115.
- Rhind S.M. and B.D. Schanbacher. 1991. Ovarian follicle populations and ovulation rates of Finnish Landrace Cross ewes in different nutritional states and associated profiles of gonadotrophins, inhibin, growth hormone (GH) and insuline-like growth Factor-I. Domestic Anim. Endocrinology 8:281-291.
- Rhind S.M. and A.S. McNeilly. 1998. Effects of level of food intake on ovarian follicle number, size and steroidogenic capacity in the ewe. Anim. Reprod. Sci. 52:131-138.
- Romero S.M.E. 2002. Evaluación de PMSG y PG600 en la sincronización de estros en ovejas Pelibuey. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Septiembre. p51.
- Safranski T.J., W.R. Lamberson and D.H. Keisler. 1992. Use of melengestrol acetate and gonadotropins to induce

- fertile estrus in seasonally anestrous ewes. *J. Anim. Sci.* 70:2935-2945.
- Scaramuzzi R.J. and H.M. Radford. 1983. Factors regulating ovulation rate in the ewe. *Anim. Reprod. Fert.* 69:353-367.
- Schoenian G.S. and P.J. Burfening. 1990. Ovulation rate, lambing rate, litter size and embryo survival of Rambouillet sheep for high and low reproductive rate. *J. Anim. Sci.* 68:2263-2270.
- Simonetti L., M.R. Blanco and J.C. Gardon. 2000. Estrus synchronization in ewes treated with sponges impregnated with different doses of medroxyprogesterone acetate. *Small Rumin. Res.* 38:243-247.
- Stellflug J.N., P.G. Hatfield, M.C. Wulster-Radcliffe and J.W. Walker. 2001. Reproductive performance of ewe lambs from ewes from different selection practices with or without induced estrus. *Anim. Reprod. Sci.* 66:185-193.
- Thomas D. 1989. Contribution of genetics-selection for reproduction. In: *National Reproduction Symposium*. Colorado State University. pp. 21-32.
- Vallet J.L., G.E. Lamming and M. Batten. 1990. Control of endometrial oxytocin receptor and uterine response to

- oxytocin by progesterone and oestradiol in the ewe. J. Reprod. Fert. 90:625-634.
- Vincent J.N., E.C. McQuown and D.R. Notter. 2000. Duration of seasonal anestrus in sheep selected for fertility in a fall-lambing system. J. Anim. Sci. 78:1149-1154.
- Waldron D.F. and D.L. Thomas. 1992. Increased litter size in Rambouillet sheep: I. Estimation of genetic parameters. J. Anim. Sci. 70:3333-3344.
- Webb R., R.G. Gosden, E.E. Telfer and R.M. Moor. 1999. Factors affecting folliculogenesis in ruminants. Anim. Sci. 68:257-284.
- Wildeus S. 1999. Current concepts in synchronization of estrus: sheep and goats. In: Proceedings of the American Society of Animal Science. pp. 1-14.
- Wilkins J.F. 1997. Method of stimulating ovulation rate in Merino ewes may affect conception but not embryo survival. Anim. Reprod. Sci. 47:31-42.

IMPRESA ANHER
IMPRESIONES & ENCUADERNACIONES
FRAY PEDRO DE GANTE No. 118-D
TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

