

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA DE LOS MACHOS Y
HEMBRAS ALPINOS DEL SUBTRÓPICO MEXICANO**

POR:

OSCAR MARTÍNEZ CORONA

TESIS:

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

UNIDAD LAGUNA DIVISIÓN REGIONAL DE

CIENCIA ANIMAL



**ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA DE LOS MACHOS Y
HEMBRAS ALPINOS DEL SUBTRÓPICO MEXICANO**

POR:

OSCAR MARTÍNEZ CORONA

ASESOR PRINCIPAL

Una firma manuscrita en tinta que parece decir "Francisco Gerardo Veliz Deras".

DR. FRANCISCO GERARDO VELIZ DERAS

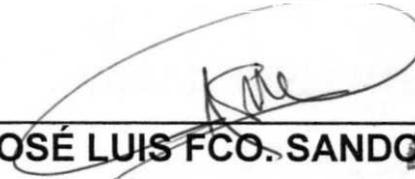
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



DR. FRANCISCO GERARDO VÉZ DERAS

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA


M.C. JOSÉ LUIS FCO. SANDOVAL ELÍAS

ASESOR PRINCIPAL
COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL CIENCIA ANIMAL



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



PRESIDENTE D^AJURApO 

**DR. FRANCISCO GERARDO VELIZ
DERAS**

VOCAL

DR. HORACIO FÉRNÁNDEZ HERNÁNDEZ

VOCAL

DR. JOSÉ ALFREDO FLORES

VOCAL SUPLENTE

M.V.Z. LUÍS JAVIER PRADO ORTIZ

Vi

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**



DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA DE LOS MACHOS Y
HEMBRAS ALPINOS DEL SUBTRÓPICO MEXICANO**

TESIS

POR:

OSCAR MARTÍNEZ CORONA

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría

ASESOR PRINCIPAL: DR. FRANCISCO

GERARDO VELIZ DERAS

ASESORES:

**DR. EVARISTO CARRILLO CASTELLANOS
DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ
DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA**

Torreón, Coahuila, México

Octubre, 2007

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
índice de figuras	x
RESUMEN	1
p- I. Introducción	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Actividad reproductiva de ovinos y caprinos.....	4
2.1.1. Ovinos y caprinos originarios de zonas templadas.....	4
2.1.2. Ovinos y caprinos originarios de zonas subtropicales	5
2.1.3. Ovinos y caprinos originarios de zonas tropicales	7
2.2. Factores moduladores de la actividad reproductiva	8
2.2.1. Fotoperiodo sincronizador de la actividad reproductiva en ovinos y caprinos	8
2.3. Influencia de la alimentación con la actividad reproductiva en ovinos y caprinos.....	9
2.4. Influencia de las interacciones socio-sexuales sobre la actividad reproductiva	10
- OBJETIVO	12
HIPÓTESIS.....	12
- III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Lugar de estudio	13
3.2. Animales experimentales y manejo	13
3.3. Variables determinadas	13
3.3.1. Condición corporal y peso corporal.....	13
3.3.2. Hembras	14
3.3.2.1. Determinación de la actividad estral	14
3.3.3. Machos	14
3.3.3.1. Peso testicular	14
3.3.3.2. Latencia y porcentaje de rechazos.....	15
s -r3A. Análisis de datos.....	15

IV. RESULTADOS	16
4.1. Hembras	16
4.1.1. Condición y peso corporal de las hembras	16
4.1.2. Actividad estral de las hembras.....	17
4.2. Machos	17
4.2.1. Condición corporal, peso corporal y peso.....	17
testicular	
4.2.2. Rechazos y latencia al eyaculado de los machos...	19
V. DISCUSIÓN	20
VI. CONCLUSIÓN	21
VII. REFERENCIAS	22

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
REVISIÓN DE LITERATURA	
Figura 1. Estacionalidad reproductiva de las cabras Alpino-Francés de las zonas templadas (Adaptado de Chemineau <i>et al.</i> , 1992)...	5
Figura 2. Estacionalidad reproductiva de las cabras Criollas del subtrópico Mexicano (Adaptado de Duarte, 2000).....	6
Figura 3. Actividad ovárica de las cabras Criollas de la Isla de Guadalupe del trópico (Adaptado de Chemineau <i>et al.</i> , 2004).....	7
Figura 4. Evolución de la condición corporal y peso corporal de las hembras Alpino adaptadas al subtrópico mexicano (26° N).....	16
Figura 5. Evolución de la actividad estral de las hembras Alpino (26° N) adaptadas al subtrópico mexicano.....	17
Figura 6. Evolución de la condición corporal, peso corporal y peso testicular de los machos Alpino adaptados al subtrópico mexicano (26° N).....	18
Figura 7. Evolución de los rechazos y latencia al eyaculado de los machos Alpino adaptados al subtrópico mexicano (26 ° N)....	19

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la estacionalidad reproductiva de los machos y hembras Alpinos adaptados al subtrópico Mexicano. Se utilizaron 10 machos y 10 hembras, los cuales fueron alimentados con alfalfa a libre acceso y 100 g de concentrado comercial (14% de proteína cruda) por día y por animal. En los machos y en las hembras la condición corporal fue determinada cada 14 días en una escala de 1 (flacos) a 4 (muy gordos). La actividad estral de las hembras fue determinada diariamente (mañana y tarde), durante todo el estudio (octubre de 2006 a agosto de 2007). La latencia y el porcentaje de rechazos a la eyaculación de los machos fueron determinados durante 5 días consecutivos en cada mes (diciembre de 2006 a agosto de 2007), para lo cual cada macho fue expuesto durante 180 s a una hembra inducida artificialmente al estro. El inicio el periodo de anestro de las hembras fue en promedio el 21/12/06 \pm 7 días, mientras que el final del periodo de anestro fue el 19/08/07 \pm 11 días. En los machos el periodo de reposo sexual fue de febrero a julio cuando la latencia al eyaculado y el porcentaje de rechazos al eyaculado fueron altos. En efecto, en los machos la latencia al eyaculado fue de 74 \pm 3 s en noviembre y diciembre, sin embargo está se incrementó a 111 \pm 5 s de enero a julio, disminuyendo nuevamente en agosto (53 \pm 3 s). El porcentaje de rechazos a la eyaculación en enero fue del 27% el cual se incremento a alrededor de 45% de febrero a julio, disminuyendo nuevamente a 8% en agosto. En hembras Alpino del subtrópico mexicano su estación de anestro se extiende de enero a agosto, mientras que en los machos el periodo de reposo sexual es de febrero a julio.

Palabras clave: Caprinos, Raza Alpino, Estacionalidad Reproductiva, Reproducción, Subtrópico

I. INTRODUCCIÓN

La cabra es una de las especies domésticas más importantes para el hombre ya que posee una gran capacidad para adaptarse a las regiones áridas y semiáridas (Carrera, 1984). La cabra es capaz de producir para el hombre, alimento -carne y leche-, y para su vestimenta -pelo y piel-, etc. En el territorio nacional se explotan aproximadamente 9 millones de caprinos (SAGARPA, 2003), y un porcentaje importante se encuentra en la Comarca Lagunera (5%, SAGARPA, 2003). En esta región aproximadamente el 90% de los caprinos se explotan en condiciones extensivas donde predomina el ganado Criollo (Cantú, 2004; Cruz-Castrejón *et al.*, 2007). No obstante, también existen explotaciones intensivas donde el ganado de raza pura especializada en la producción láctea. Además existen cruces con el ganado Criollo para aumentar su producción láctea. Las razas puras más importantes en la Comarca Lagunera son la Alpino, la Saanen, la Toggenburg (Cantú, 2004). Sin embargo, a pesar de la importancia de estas razas en la región, no existen estudios sobre su fisiología reproductiva, por lo que si se conociera permitiría optimizar estos animales desde el punto de vista reproductivo y productivo. Uno de estos parámetros es la estacionalidad reproductiva. Por ejemplo, en los machos cabríos locales de las subtrópico México (26° N), alimentados adecuadamente y sometidos al fotoperiodo natural de la región, el periodo de reposo sexual se extiende de enero a mayo, mientras, en las hembras el periodo de anestro se extiende de marzo a julio (Delgadillo *et al.*, 2003). Sin embargo esta puede ser diferente a la registrada en los caprinos Criollos de la región, o a la registrada en la raza Alpino de otras latitudes en estas razas pero en otras partes del mundo, como son las zonas templadas o tropicales, debido a que las condiciones ambientales de la Comarca Lagunera son muy diferentes (fotoperiodo, temperatura, precipitación pluvial, etc.) a las condiciones de otros lugares donde se originaron tales razas. De hecho, se desconoce la duración de la estación reproductiva de los machos y hembras Alpino criados y sometidos a latitudes subtropicales como en el norte de México. Por ello, el objetivo del

presente estudio fue determinar si las hembras y machos localizados en Comarca Lagunera muestran una estacionalidad en su actividad sexual anual.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Actividad reproductiva de ovinos y caprinos

La actividad sexual en las hembras ovinas y caprinas se caracteriza por cambios en el comportamiento sexual y en los niveles endocrinos, originando una alteración anual entre dos periodos distintos (estacionalidad reproductiva). Esto es, existe una sucesión a intervalos regulares de la presentación del estro y ovulación, y cuando no ocurre una preñez, le sigue un periodo de anestro, que se caracteriza por el cese de la actividad sexual (Rosa y Bryant, 2002).

Los machos también exhiben fluctuaciones estacionales en el comportamiento sexual, la actividad hormonal, la gametogénesis, en el peso y volumen testicular (Ortavant *et al.*, 1985). Sin embargo, las variaciones en el comportamiento y en los cambios fisiológicos son menos pronunciadas que en las hembras. De hecho mientras que la ovulación y el estro en las hembras no se presentan durante la estación de anestro, la espermatogénesis y la actividad sexual en los machos nunca se suspende por completo (Lincoln y Short, 1980).

2.1.1. Ovinos y caprinos originarios de zonas templadas

La mayoría de las razas ovinas y caprinas de las zonas templadas, presentan un comportamiento sexual estacional. Por ejemplo, el periodo natural de actividad sexual de las hembras ovinas de las razas Ile-de-France y Sufflok y de las cabras Alpino-Francés (Fig. 1) y Saanen, se produce de septiembre a febrero, mientras que el periodo de anestro se presenta de marzo a agosto (Thimonier y Mauléon, 1969; Karsch *et al.*, 1984; Chemineau *et al.*, 1992). Los machos caprinos y ovinos de estas latitudes, también presentan variaciones en su actividad sexual durante el año (Chemineau *et al.*, 1988; Lincoln y Short, 1980). En efecto, en estos animales la actividad sexual es intensa durante el otoño y el invierno y se caracteriza por altos niveles plasmáticos de la hormona luteinizante (LH), de la testosterona, del

peso testicular, de la intensidad de olor, y de la libido. En cambio, durante la primavera y el verano estas variables disminuyen de manera marcada (Lincoln y Short, 1980; Pelletier *et al.*, 1988).

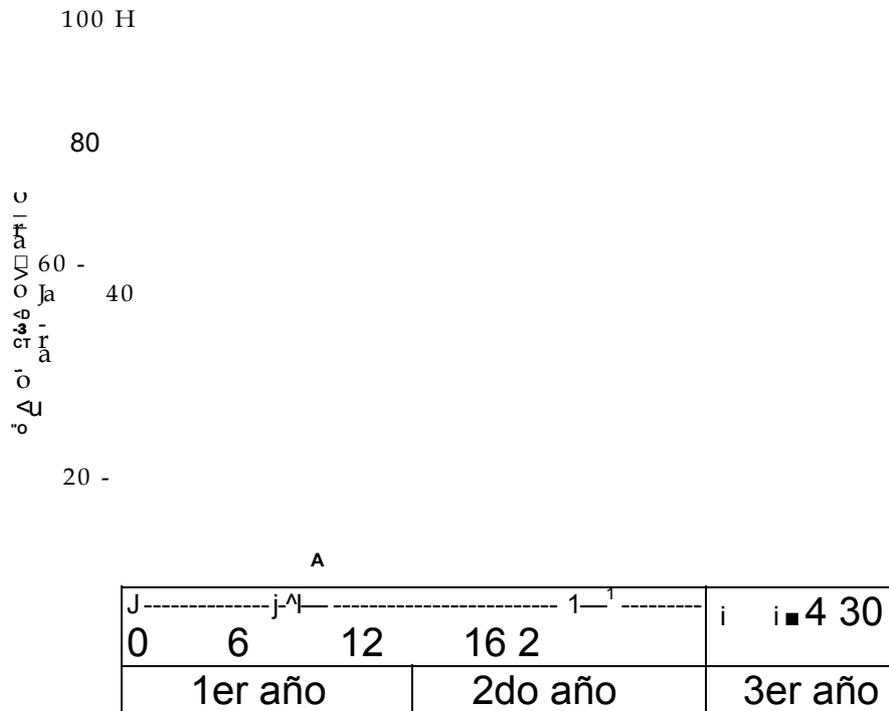


Figura 1. Estacionalidad reproductiva de las cabras Alpino-Francés de las zonas templadas. Variaciones estacionales en el porcentaje de cabras que ovularon durante el estro (Adaptado de Chemineau *et al.*, 1992).

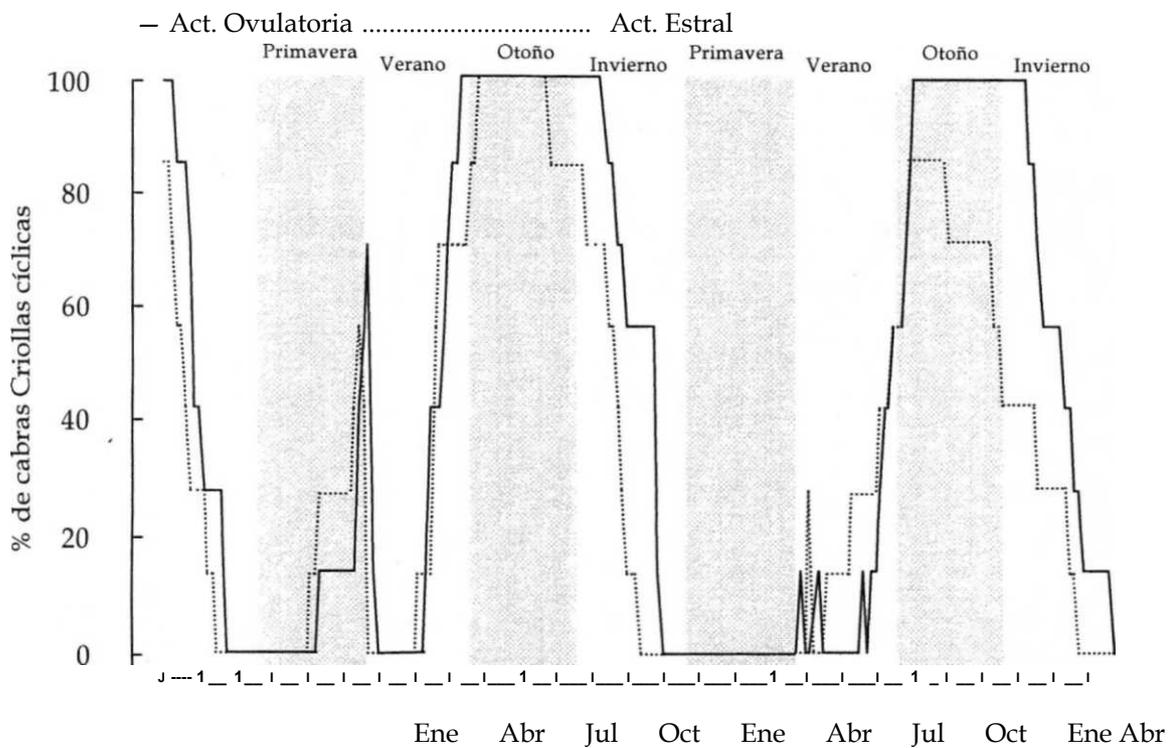
2.1.2. Ovinos y caprinos originarios de las zonas subtropicales

En las regiones subtropicales existen estudios que demuestran la existencia de una estacionalidad reproductiva en algunas razas de ovinos y caprinos locales de esas altitudes (Walkden-Brown *et al.*, 1994a; Delgadillo y Malpoux, 1996; Delgadillo *et al.*, 1999). Por ejemplo, en los machos cabríos locales de las subtrópico México (26° N), alimentados adecuadamente y sometidos al fotoperiodo natural de la región, el periodo de reposo sexual se extiende de enero a mayo, mientras, en las hembras el periodo de anestro se extiende de marzo a julio (Fig. 2; Duarte, 200; Delgadillo *et al.*, 2003). En las cabras de la raza

Cashmere en Australia (29° S) la época de actividad sexual se presenta de febrero a agosto (otoño-invierno), mientras que el periodo reposo sexual es de septiembre a enero (primavera-verano) (Walkden y Brown *et al.*, 1995; Restall, 1992). En los machos de la misma raza, la masa testicular (indicativa de la producción espermática) es mínima durante la primavera-verano y máxima durante el otoño-invierno (Walkden-Brown *et al.*, 1994a). Las ovejas de esta misma latitud, presentan también una estacionalidad reproductiva, con un periodo de actividad sexual que empieza en febrero y termina en julio (Restall, 1992). El inicio de estación reproductiva en las cabras Criollas de Argentina (30° S) inicia en marzo y termina en septiembre (Rivera *et al.*, 2003).

Meses

Figura 2. Estacionalidad reproductiva de las cabras Criollas del subtropico Mexicano. Cabras



sometidas a las variaciones naturales del fotoperiodo y factores medioambientales de la región, alimentadas adecuadamente (Adaptado de Duarte, 2000).

2.1.3. Ovinos y caprinos originarios de las zonas tropicales

En las zonas tropicales, en donde prácticamente no hay variaciones fotoperiodicas, se ha reportado que la gran mayoría de las razas locales tienen la capacidad de reproducirse durante todo el año, aunque algunas presentan una disminución de la actividad reproductiva en diferentes periodos del año (Chemineau *et al.*, 1995; Delgadillo y Malpoux, 1996). Por ejemplo, los machos cabrios Criollos de la Isla de Guadalupe en el Caribe, no presentan variaciones estacionales de la libido, del peso testicular, ni de la producción espermática (Chemineau, 1993a). De la misma manera, las hembras de esta región pueden presentar actividad estral y ovulatoria durante todo el año (Fig. 3; Chemineau *et al.*, 2004).

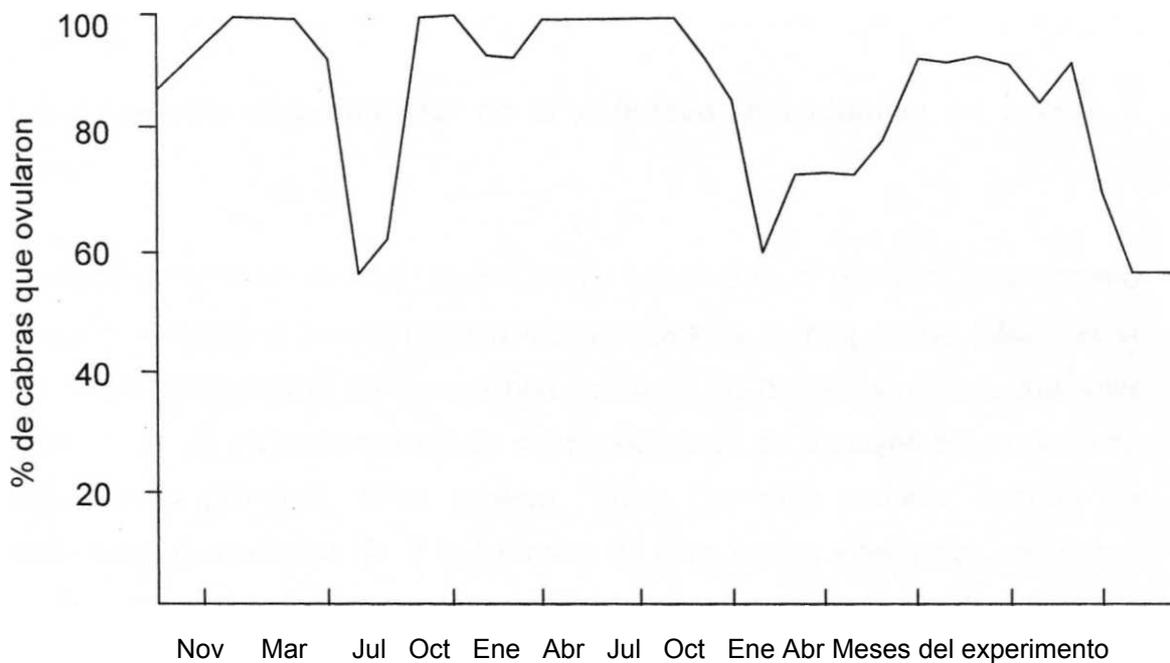


Figura 3. Actividad ovárica de las cabras Criollas de la Isla de Guadalupe sometidas las variaciones naturales del fotoperiodo de la región y alimentadas adecuadamente (Adaptado de Chemineau *et al.*, 2004).

2.2. Factores moduladores de la actividad reproductiva

El fotoperiodo es el principal factor responsable de la actividad sexual de las cabras y ovejas. Sin embargo, otras señales del ambiente como son la temperatura, la nutrición y las interacciones socio-sexuales, pueden también modular la actividad reproductiva (Rosa y Bryant, 2003). Mientras que en las regiones templadas el fotoperiodo es el principal factor modulador de la actividad reproductiva, los otros factores ambientales (nutrición, temperatura, etc.) pueden influenciar en menor grado el inicio y la duración del periodo de actividad sexual. Sin embargo, en las áreas tropicales, el nivel nutricional es el principal factor el responsable de la actividad sexual (Rosa y Bryant, 2003). La temperatura ambiental también puede modificar el inicio de la actividad sexual, en efecto, las temperaturas bajas durante el verano puede adelantar la estación reproductiva en las ovejas (Godrey *et al.*, 1966).

2.2.1. Fotoperiodo sincronizador de la actividad reproductiva en ovinos y caprinos

En la cabra como en la oveja de las zonas templadas, el principal factor medio ambiental que regula la estacionalidad reproductiva es el fotoperiodo (Malpaux *et al.*, 1993). En efecto, tanto en los machos como en las hembras ovinas, cualquier alteración en la luz natural provoca un desplazamiento de 6 meses del periodo de actividad sexual (Thwites, 1965; Alberio, 1976). De igual manera, cuando los animales fueron expuestos de 3 a 4 meses de días cortos alternados con 3 o 4 meses de días largos, la actividad sexual inicio siempre durante los días cortos y terminó durante los días largos (ovinos: Lincoln y Short, 1980; Karsch *et al.*, 1984; caprinos: Delgadillo *et al.*, 1991).

En algunas razas de caprinos de las zonas subtropicales la estacionalidad reproductiva es controlada también por el fotoperiodo (Duarte, 2000; Delgadillo *et al.*, 2004). En efecto, en las hembras caprinas Criollas del Norte de México (26° N) expuestas a 3 meses de días cortos, alternados con 3 meses de días largos, la

actividad ovárica inicio durante los días cortos y terminó durante los días largos. Igualmente, en los machos de la misma región sometidos al mismo tratamiento fotoperiódico, la testosterona plasmática se incremento durante los días cortos y disminuyó durante los días largos.

2.3. Influencia de la alimentación en la actividad reproductiva en ovinos y caprinos

En las cabras Payoya del mediterráneo de España (37° N) alimentados con una dieta de alta calidad su estación reproductiva fue más larga (177 días) que las hembras mal alimentadas (144 días; Zarazaga *et al.*, 2005). Igualmente, en las ovejas de la raza Aragonesa con una condición corporal alta la estación de anestro fue más corta que las hembras con una condición corporal baja (64 vs. 113 días; Forcada *et al.*, 1992). En los machos Cashmere australianos, la alimentación también tiene una gran importancia en el control del ciclo anual de la reproducción (Walkden-Brown *et al.*, 1994). Por ejemplo, los machos de esa raza sometidos a una dieta de alta calidad muestran periodos reproductivos más largos y además muestran un incremento más marcado en las concentraciones tanto de LH, FSH, testosterona y también en el tamaño de las glándulas sebáceas y de la intensidad de olor, que en los animales sometidos a una dieta de baja calidad. También en los caprinos Criollos del norte de México (26° N), la alimentación influye en la actividad sexual anual aun cuando no es el factor medioambiental más importante para su estacionalidad reproductiva (Duarte, 2000). En efecto, las cabras Criollas que se explotan en condiciones extensivas, la actividad reproductiva termina un mes antes que en las hembras mantenidas en estabulación (Duarte, 2000).

En las regiones tropicales se ha considerado que la alimentación es el factor principal responsable del ciclo anual de reproducción. En efecto, Sutherland (1988), demostró que cuando las cabras bien alimentadas con una buena condición corporal presentan una actividad reproductiva continúa sin ciclos

ovulatorios cortos durante todo el año. En cambio, las hembras mal alimentadas, presentan periodos de anestro y un alto porcentaje de ciclos cortos.

Lo anterior demuestra que en algunas razas de ovinos y caprinos principalmente originarios de las zonas subtropicales y tropicales, la alimentación es un factor importante en el desarrollo del ciclo anual de reproducción (Bronson y Heideman, 1994; Delgadillo y Malpaux, 1996).

2.4 Influencia de las interacciones socio-sexuales sobre la actividad reproductiva

En muchas especies de mamíferos, las relaciones sociales pueden influir en la actividad sexual (Rekwot *et al.*, 2001). Por ejemplo, en las ovejas y cabras que se encuentran en el periodo de anestro, la introducción de un macho induce y sincroniza la actividad sexual de éstas en los días siguientes (Rosa y Bryant, 2002; Delgadillo *et al.*, 2002; Veliz *et al.*, 2002). Además, la presencia de los machos antes del periodo de reproducción de las hembras puede adelantar el inicio de la estación sexual de éstas (Camero y Batt, 1989). También Godfrey *et al.* (1998), mencionan que en las ovejas la presencia del macho después del parto acorta el periodo de anestro posparto. En las ovejas y cabras que tienen presencia del macho durante todo el año, se reduce el periodo de anestro, al iniciar su actividad reproductiva antes y terminar después que las hembras que no tienen contacto con machos (O'Callaghan *et al.*, 1994). Sin embargo, la presencia continua del macho no elimina de manera completa el periodo de anestro (Cameron y Batt, 1989, Restall, 1992).

Igualmente, las hembras en estro pueden influir en la duración de la estación reproductiva de los machos cabríos. En efecto, Howland *et al.* (1985), mencionan que los machos caprinos Pígmicos que tiene continuamente contacto con hembras en estro durante todo el año, incrementan sus niveles de testosterona y LH en el mes de junio, mientras que en los machos que no tienen contacto con hembras,

este incremento se retarda hasta el mes de agosto. En cambio, el final de la estación reproductiva no es influenciado ya que en los dos casos termina en el mes de diciembre. En los carneros Ile-de-France, la exposición de hembras en estro durante la estación sexual, estimula la secreción de testosterona y aumenta la pulsatilidad de LH (González *et al.*, 1988). Por lo anterior, podemos concluir que las relaciones sociales influyen también en el desarrollo del ciclo anual de reproducción de los caprinos y ovinos (Hoffman *et al.*, 1972; Saumande y Rouger, 1972; Walkden-Brown *et al.*, 1992a).

En la Comarca Lagunera, existen trabajos que nos indican que tanto machos como en las hembras Criollos de la región muestran un patrón de reproducción estacional. Sin embargo, no existe ningún trabajo que nos indique si los caprinos machos y las hembras de la raza Alpino localizados en esta región subtropical y explotados de manera intensiva muestran también una estacionalidad reproductiva.

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue determinar si las hembras y machos localizados en la Comarca Lagunera muestran una estacionalidad en su actividad sexual anual.

HIPÓTESIS

Los caprinos de la raza Alpino del subtrópico Mexicano manifiestan una estacionalidad en su actividad sexual anual.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio

El presente estudio se realizó de enero a octubre del 2006 en el Instituto Tecnológico de Torreón, el cual se encuentra en el municipio de Torreón, ubicado en la Comarca Lagunera de Coahuila, México (Latitud 26°23' N y longitud, 104°47' W y 1100 a 1400 msnm). La Comarca Lagunera presenta un clima semidesértico, con una precipitación anual de 230 mm, y una temperatura anual promedio de 27° C.

3.2. Animales experimentales y manejo

Se utilizaron 11 machos y 11 hembras jóvenes (de aproximadamente 1 año de edad) Alpino del subtrópico Mexicano. Los machos y hembras fueron alojados por separados en dos corrales de 5 X 15 m, los cuales estaban separados por 30 m. Los animales siempre estuvieron estabulados durante el periodo experimental (octubre de 2006 a agosto de 2007) y percibieron las variaciones naturales del fotoperiodo y de la temperatura de la región. Estos animales fueron alimentados con heno de alfalfa a libre acceso y con 100 g de concentrado comercial (14% de proteína cruda, 2.5 Mcal/kg) por día y por animal, durante todo el periodo experimental. El agua y los minerales fueron proporcionados a libre acceso. Antes de iniciar el estudio, las cabras fueron vitaminadas, desparasitadas y despezuñadas.

3.3. Variables determinadas

3.3.1. Condición corporal y peso corporal

Tanto en hembras como en machos la condición y peso corporal se determinaron cada 14 días durante todo el periodo de estudio. La condición

corporal se determinó mediante la técnica descrita por Walkden-Brown *et al.* (1997). Esta consiste en medir la cantidad de tejido corporal y grasa subcutánea de la región lumbar del animal. El valor fue dado en una escala de 1 (flacos) y 4 (muy gordos) con puntos intermedios.

El peso corporal de todos los animales se determinó en las mañanas antes de proporcionarles el alimento y para ello se utilizó una báscula con una precisión de 50 g, y una capacidad máxima de 125 kg.

3.3.2. Hembras

3.3.2.1. Determinación de la actividad estral

El estro fue detectado dos veces al día (de 8:00 a 9:00 h y de 17:00 a 18:00 h), diariamente con un macho entero previsto con un mandil, que cubría la región ventral del animal para evitar que las hembras fueran penetradas y quedaran gestantes. Durante las observaciones de comportamiento sexual, las hembras que permanecieron inmóviles al ser montadas por macho fueron consideradas en estro (Chemineau *etal.*, 1992).

3.3.3. Machos

3.3.3.1. Peso testicular

El peso testicular fue determinado mediante la técnica de palpación comparativa propuesta por Oldham *et al.* (1978) mediante el uso de un orquidómetro, que es un collar de piezas sintéticas que tienen formas similares a los testículos con diferentes medidas: 50, 75, 100, 125, 150, 180 y 200 mi (1 mi = 1 g). Esta técnica consiste en palpar siempre el mismo testículo de cada macho y compararlo con las piezas del orquidómetro.

3.3.3.2. Latencia y porcentaje de rechazos al eyaculado

Para determinar la latencia y porcentaje de rechazos al eyaculado cada macho fue expuesto durante 180 s a una hembra inducida al estro, durante 5 días consecutivos en cada mes. La colecta se realizó en un corral de 3 X 4 m, en el cual la hembra permaneció inmovilizada y los machos fueron expuestos a dicha hembra una vez por día de manera individual. Al término de los tres minutos el macho que no eyaculaba era retirado a otro corral y se registró como rechazo. La hembra fue inducida al estro mediante la aplicación de 200 mg de cipionato de estradiol. El cipionato de estradiol se le aplicó a la hembra 5 días antes de la prueba y posteriormente cada tercer día hasta el terminó de la prueba de comportamiento. Además se utilizó una vagina artificial para obtener los eyaculados, la cual tenía una temperatura entre 40° y 45° C al momento de la colecta (Delgadillo *et al.*, 1999).

3.4. Análisis de datos

Se determinó como final de la actividad sexual al promedio de la fecha en que las hembras ya no mostraron conducta sexual. Esta fue considerada cuando una hembra ya no presentó actividad estral por lo menos durante 30 días después del último estro. El inicio de la actividad sexual fue considerado cuando una hembra presentó un estro, el cual fue seguido de otro en menos de 30 días (Delgadillo *et al.*, 1997). Los datos de peso corporal y condición corporal de ambos sexos, el peso testicular y la latencia al eyaculado de los machos se sometieron a un ANOVA a un factor (tiempo) con medidas repetidas. También fueron realizadas correlaciones entre el peso y la condición corporal en ambos sexos, además de la correlación entre latencia y el porcentaje de rechazos al eyaculado, esta se realizó con los promedios de cada mes de latencia y de rechazos. Todas las pruebas estadísticas se realizaron con el paquete estadístico SYSTAT 10, ILL, USA, 2000.

IV. RESULTADOS

4.1. Hembras

4.1.1. Condición corporal y peso corporal de las hembras

En la Figura 4 se observa la evolución de la condición y el peso corporal de las hembras durante el estudio. El ANOVA reveló un efecto del tiempo en la condición corporal ($P < 0.01$) y el peso corporal ($P < 0.000$), las cuales fueron correlacionadas de manera positiva ($r = +0.490$, $P = 0.028$).

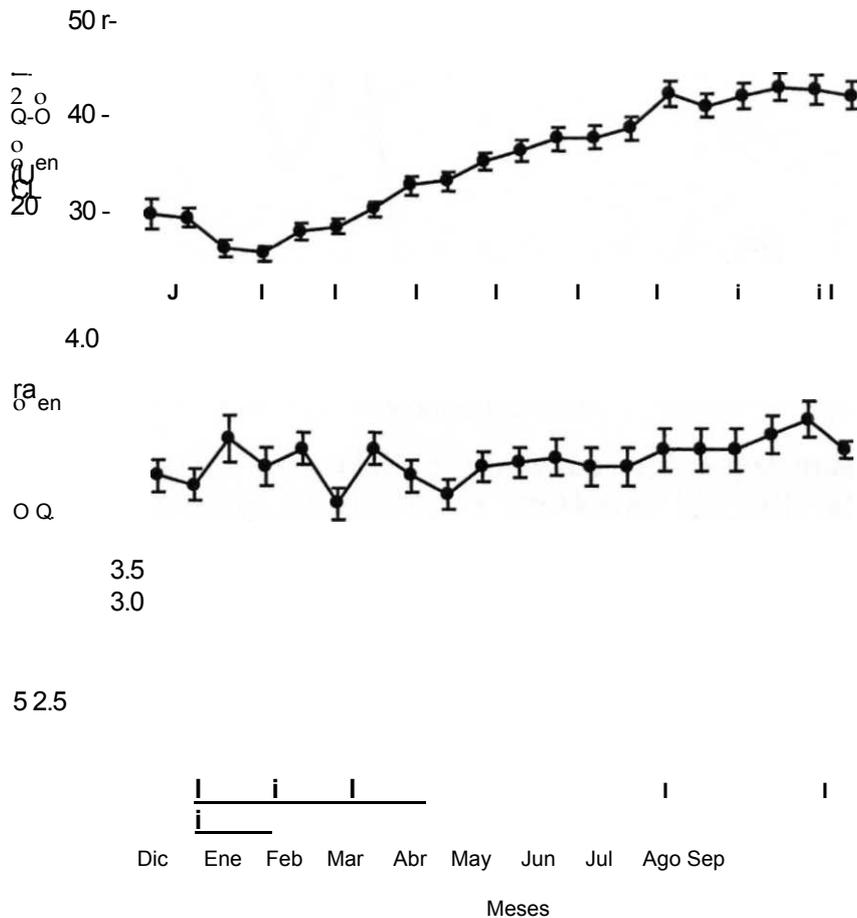


Figura 4. Evolución de la condición corporal y peso corporal de las hembras Alpino (26° N) adaptadas al subtrópico mexicano sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo de la región y alimentados adecuadamente.

4.1.2. Actividad estral de las hembras

En la Figura 5 se observa el porcentaje de hembras en estro en los diferentes meses del año. El final de la estación reproductiva fue el 21/12/06 \pm 7 días mientras que el inicio de la estación reproductiva fue el 19/08/07 \pm 11 días. Además el porcentaje de hembras en estro en los diferentes meses del estudio, fue diferente estadísticamente (Figura 2; $P < 0.05$).

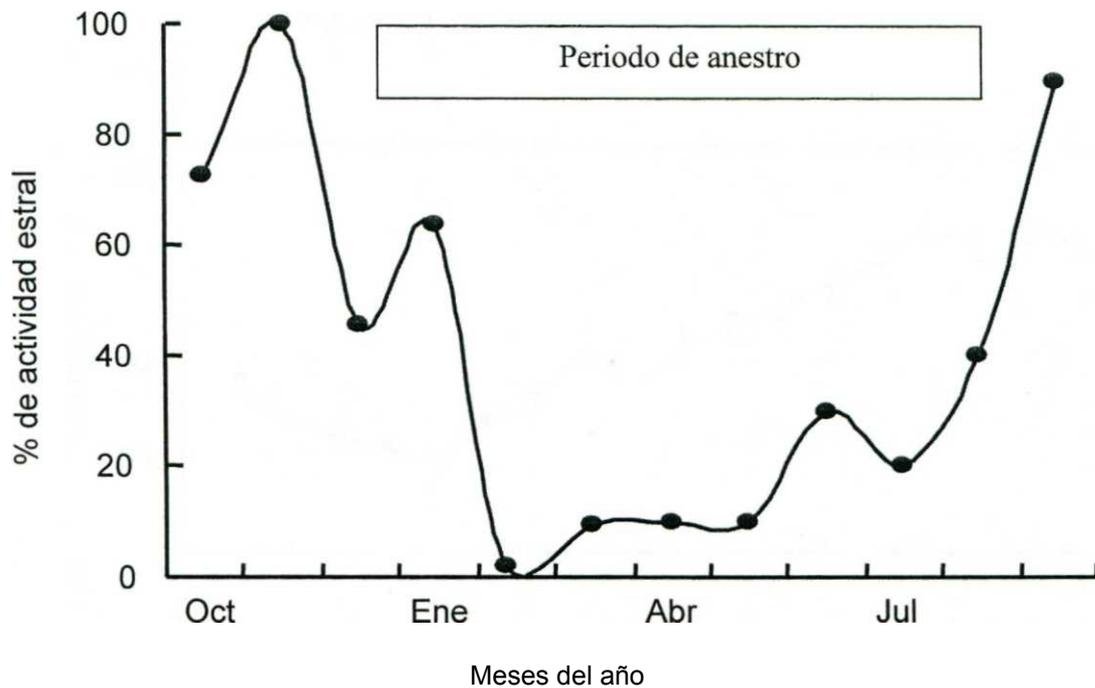


Figura 5. Evolución del porcentaje de hembras Alpino que mostraron actividad estral adaptadas al subtrópico mexicano (26° N), sometidas a las variaciones naturales del fotoperiodo de la región y alimentados adecuadamente.

4.2. Machos

4.2.1. Condición corporal, peso corporal y peso testicular

En la Figura 3 se aprecia la evolución de la condición corporal, peso corporal y peso testicular de los machos. El ANOVA reveló un efecto del tiempo en todas las

variables ($P < 0.001$). Existió una tendencia a que el peso corporal y condición corporal se correlacionaron positivamente ($r = +0.417$, $P < 0.07$).

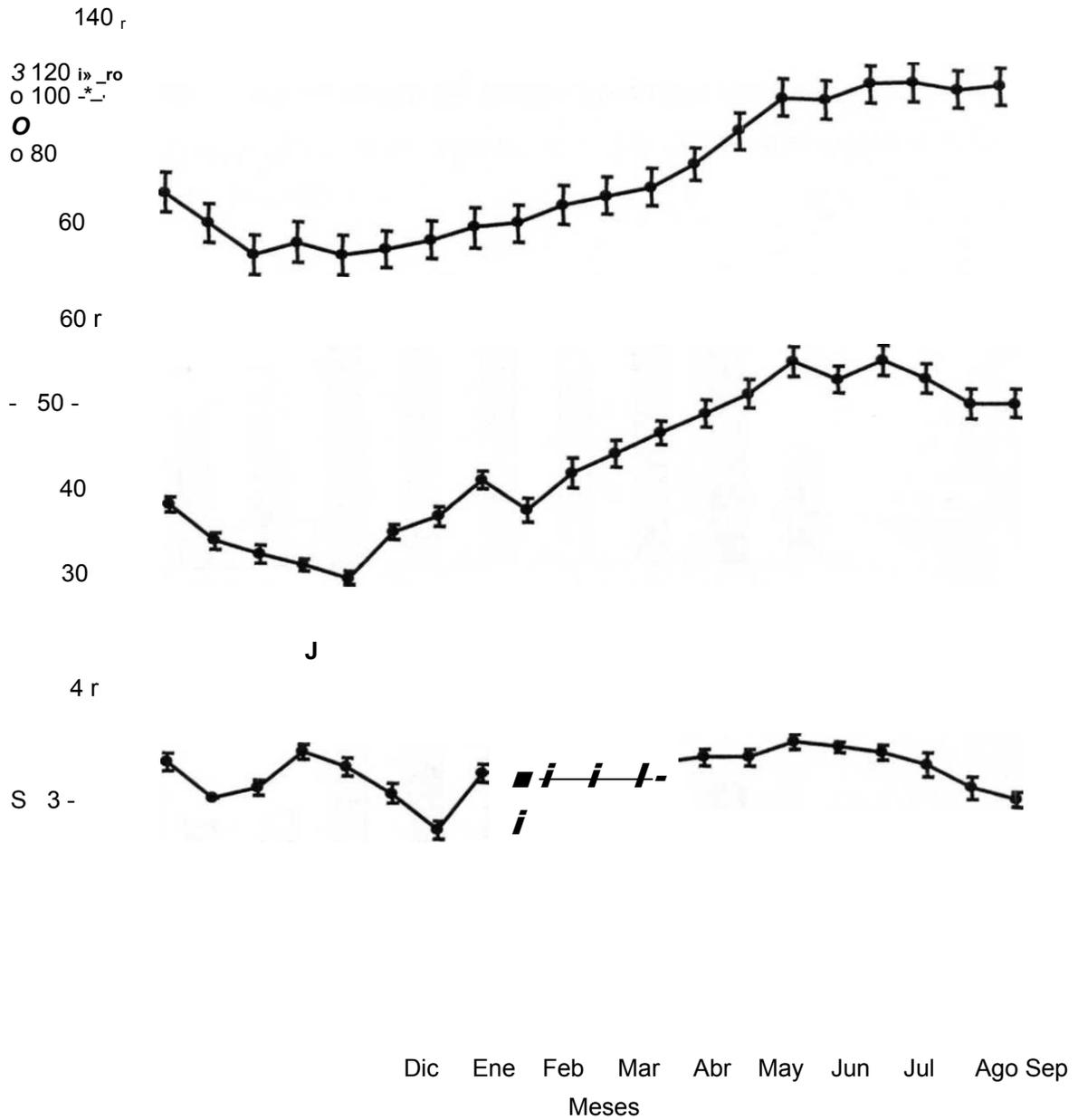


Figura 6. Evolución de la condición corporal, peso corporal y peso testicular (promedio \pm sem) de los machos Alpino adaptados al subtropical mexicano (26° N), sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo de la región y alimentados adecuadamente.

4.2.2. Rechazos y latencia al eyaculado de los machos

En la Figura 7 se aprecia la latencia al eyaculado y el porcentaje de rechazo al eyaculado, en donde se aprecia el aumento de la latencia y rechazos a partir del mes de febrero llegando a estar más elevado en abril, para así disminuir en el mes de agosto. El ANOVA reveló un efecto del tiempo en ambas variables ($P < 0.001$). Existió una correlación positiva entre latencia y el porcentaje de rechazos a la eyaculación ($r = +0.946$, $P < 0.001$).

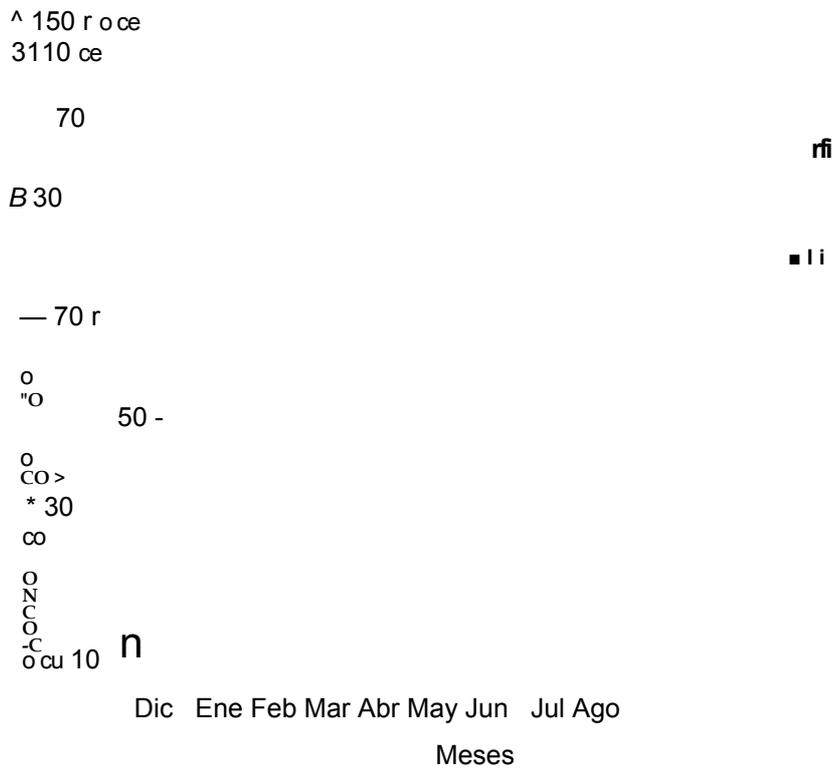


Figura 7. Porcentaje de los rechazos por mes y promedio mensual (\pm sem) de latencia al eyaculado de los machos Alpino adaptados al subtrópico mexicanos (26° N) sometidos a las variaciones naturales del fotoperiodo de la región y alimentados adecuadamente.

V. DISCUSIÓN

Los machos y hembras Alpino del subtrópico Mexicano del presente estudio, mostraron variaciones estacionales de la actividad sexual. En los machos, el periodo de reposo sexual se presentó de febrero a julio, mientras que en las hembras su estación de anestro se presentó de enero a agosto. Durante el periodo de anestro de las hembras menos del 20% de estas presentaron actividad sexual. Igualmente, los rechazos ya la eyaculación y la latencia a la eyaculación de los machos del presente estudio se incrementaron alrededor de un 40% durante el periodo de reposo sexual en comparación a la época reproductiva. Esta estacionalidad reproductiva fue observada tanto en machos como en hembras mantenidas en condiciones intensivas, donde los requerimientos nutricionales fueron cubiertos satisfactoriamente. Por ello, estos resultados indican que la alimentación no es el factor principal de esta estacionalidad, sino probablemente, ésta sea debida a las variaciones del fotoperiodo de la región. Recientemente se demostró que los caprinos locales del subtrópico mexicano presentan una estacionalidad reproductiva (Delgadillo *et al.*, 2004). En cambio, este es el primer trabajo que se realiza en el subtrópico mexicano y que demuestra claramente las variaciones en la actividad reproductiva de los caprinos de la raza Alpino.

Las hembras Alpino del presente estudio presentaron un periodo de anestro mayor que las cabras locales de esta misma región, en efecto, en esas hembras locales el periodo de anestro se extiende de marzo a julio (Delgadillo *et al.*, 2003). Es probable que esto se deba a las hembras locales de la Comarca Lagunera son descendientes en parte de razas que muestran una marcada estacionalidad como son las Alpino y Saanen y también son descendientes de otras razas como son la Nubia, la cual son originarias de zonas mediterráneas donde los caprinos no son tan estacionales. Sin embargo, los animales de este estudio mostraron una estacionalidad similar a las cabras Alpino de zonas templadas mantenidas en condiciones naturales (45° N) en donde la duración del día en el solsticio de

invierno es aproximadamente de 9 h de luz y de 18 h de luz en el solsticio de verano. Asimismo en esas áreas se ha determinado que el fotoperiodo es el principal factor modular de la actividad reproductiva (Thimonier y Mauléon, 1969; Chemineau *et al.*, 1992). Además, es probable que aún cuando las variaciones fotoperiódicas son mayores en las zonas templadas que en nuestra región, las variaciones fotoperiódicas de la Comarca Lagunera sean suficientes para sincronizar la actividad sexual de los caprinos Alpino, similar a lo que ocurre en zonas templadas (Delgadillo *et al.*, 1991; Chemineau *et al.*, 1992).

Los resultados del presente estudio demuestran por primera vez de una manera clara la estacionalidad reproductiva de razas puras adaptadas al subtrópico mexicano. Sin embargo, aun cuando los resultados del presente estudio son claros es necesario determinar si la calidad seminal de los machos Alpinos del subtrópico Mexicano también varía como el comportamiento sexual determinado en este estudio. Por lo que son necesarios más estudios al respecto.

VI. CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos del presente estudio permiten concluir que los caprinos Alpino del subtrópico mexicano manifiestan una estacionalidad en su actividad sexual anual.

También permiten concluir que el periodo de reposo sexual de los machos es de febrero a julio, las hembras presentan su estación de anestro, se extiende de enero a agosto.

VII. REFERENCIAS

- Alberio, R. 1976. Role de la photoperiode dans le developpement de la fonction de reproduction chez Tagneau Ile-de-France de la naissance á 21 mois. Thése Doctorat 3éme cycle. Universite Paris, France. VII: 57.
- Bronson, F.H., Heideman, P.D. 1994. Seasonal regulation of reproduction in mammals. In: "The physiology of reproduction". Ed. E. Knobil and J.D. Neill. 2nd. Edition. Reven. Press. New York: 541-583.
- Cameron, A.W., Batt, P.A. 1989. The effect of continuous or sudden introduction of bucks on the onset of the breeding season in female goats. Proceedings of the twenty firs annual conference. Monash University Australia. September. 25-27.
- Cantú, J.E., Zootecnia de ganado caprino. México, 2 Edición. Departamento de producción animal. UAAAN-UL.
- Carrera, o 1984. La cabra. Uno de los animales mas eficientes ecológicamente. Productividad caprina. FMVZ de la UNAM, México, DF.
- Chemineau, P., Martin, G.B., Saumande, J., Normant, E. 1988. Seasonal and hormonal control of pulsátil LH secretion in the dairy goat (*capra hircus*). J. Reprod. Fétil. 83: 91-98.
- Chemineau, P. 1993. Reproducción de las cabras de las zonas tropicales. Rev. Latino Americano. Peq. Rumin. 1(1): 2-14.
- Chemineau, P., Daveau, A., Maurice, F., Delgadillo, J.A. 1992. Seasonality of estrus and ovulation ¿s not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. Small Rumin. Res. 8: 299-312

- Chemineau, P., Daveau, A., Cognie, Y., Aunont, G., Chesneau, D. 2004. Seasonal ovulatory activity exists in tropical Creóle female goats and Black Belly ewes subjected to a températe photoperiod. *B.M.G. Physiology*. 4: 12.
- Cruz-Castrejon, U., Veliz, F.G., Rivas-Muñoz, R., Flores, J.A., Hernández, H., Duarte-Moreno G. 2007. Respuesta de la actividad sexual a la suplementación alimenticia de machos cabríos tratados con días largos, con manejo extensivo a libre acceso. *Téc. Pecu. Méx.* 45(1): 93-100.
- Delgadillo, J.A., Leboeuf, B., Chemineau, P. 1991. Decrease in the seasonality of sexual behavior and sperm production in bucks by exposure to short photoperiodic cycles. *Theriogenology*. 36: 755-770.
- Delgadillo, J.A., Malpoux, P. 1996. Reproduction of goats in the tropics and subtropics. VI Int. Conf. In Goats. May 5-11. Beijing, China 2: 785- 793.
- Delgadillo, J.A., Cañedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpoux, B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creóle goats in subtropical northern México. *Theriogenology*. 52: 727-737.
- Delgadillo, J.A., Carrillo, E., Moran, J., Duarte, G., Chemineau, P., Malpoux, B. 2001. Induction of sexual activity of male Creóle goats in subtropical northern México using long days and melatonin. *J. Anim. Sci.* 79: 2245-2252.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Veliz, F.G., Hernández, H.F., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Chemineau, P., Malpoux, B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *J. Anim. Sci.* 80: 2780-2786.

- Delgadillo, JA, Flores, J.A, Veliz, F.G., Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Malpaux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiodicos y efecto macho. *Vet. Méx.* 34(1): 69-79.
- Delgadillo, J.A., Cortez-López, M.E., Duarte, G., Malpaux, B. 2004. Evidence that the photoperiod controls the annual changes in testosterone secretion, testicular and body weight in subtropical male goats. *Reprod. Nutr. Dev.* 44: 183-193.
- Delgadillo, J.A. 2005. Inseminación artificial en caprinos. Trillas, 1ra. Edición. D.F., México, 91 pp.
- Duarte, G., 2000. Estacionalidad reproductiva y efecto sobre el fotoperiodo sobre la actividad ovulatoria de las hembras caprinas Criollas de la Comarca Lagunera. Tesis Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México. 77 pp.
- Godfrey, R.W. Gray, M.L. Collins, J.R. 1998. The effect of ram exposure on uterine involution and luteal function during the postpartum period of hair sheep awes in the tropics. *J. Anim. Sci.* 76: 3090-3094.
- González, R., Poindron, P., Signoret, J.P. 1988. Temporal variation in LH testosterone responses of rams the introduction of oestrous females during the breeding season. *J. Reprod. Fétil.* 83: 201-208.
- Hoffman, B., Leidl., W., Karg, H. 1972. Seasonal rhythm of reproduction in the male goats. In: *Proc. 7th. Inter. Cong. Anim. Reprod. A. I. Munich.* 3: 2065-2068.

- Howland, B.E., Sanford, L.M., Palmer, W.M. 1985. Changes in serum levels of LH, FSH, prolactin, testosterone, and cortisol associated with season and mating in male pygmy goats. *J. Neurology*. 6: 89-96.
- Karsch, F.J., Bittman, E.L., Foster, D.L., Goodman, R.L., Legan, S.J., Robinson, J.E. 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Recent Prog. Horm. Res.* 40: 185-824.
- Legan, S.J., Karsch, F.J., Foster, D.L. 1977. The endocrine control of seasonal reproductive function in the ewe: a marked change in response to the negative feed back action of estradiol on luteinising hormone secretion. *Endocrinology*, 101:818-824.
- Lincoln, G.A., Short, R.V. 1980. Seasonal Breeding: Nature's Vontrceptive. *Recent in Progress in Hormone Research. Center Reproductive Biology Edinburgh, Scotland.* 36: 1-41
- Lishman, A.W. 1969. The seasonal pattern of oestrus amongst ewes as effected by isolation from and joining with rams. *Agroanimalia* 1: 95-102.
- Malpoux, B., Robinson, J.E., Brown, M.B., Karchs, F.J. 1987. Reproductive refractoriness of the ewe to inductive photoperiod is not caused by inappropriate secretion of melatonin. *Biol. Reprod.* 36: 1333-1341.
- Malpoux, B., Chemineau, P., Pelletier, J. 1993. Melatonin and reproduction in sheep and goats. In "Melatonin: Biosynthesis physiological effect and clinical applications". Reitr R. S. Yu H. S. Ed. CRC Pres. Prod. 253- 287.
- Malpoux, B. Viguié, Skinner, D.C., Thierry, J.C., Pelletier, J., Chemineau, P. 1997. Control of the circannual rhythm of reproduction by melatonin in the ewe. *Brain Res. Bull.* 44(4): 431-438.

- Malpaux, B., Thierry, J.C., Chemineau, P. 1999. Melatonin and the seasonal control of reproduction. *Reprod. Nutr. Dev.* 39(3): 355-366.
- Martin, G.B., Rodger, J., Blache, D. 2004. Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. *Reprod. Fétil. Dev.* 16: 491-501.
- O'Callaghan, D., Donovan, A., Sunderland, S.J., Boland, M.P., Roche, J.F. 1994. Effect of the presence of male and female flock mates on reproductive activity in ewes. *J. Reprod. Fétil.* 100: 497-503.
- Ortavant, R., Pelletier, J., Ravault, J.P., Thimonier, J., Volland-Nai, P. 1985. Photoperiod: main proximal and distal factor of the circannual cycle of reproduction in mammals. *Rev. Reprod. Biol.* 7: 305-345
- Oldham, C.M., Adams, N.R., Gherhadi, P.B., Lindsay, D.R., Mackintosh, J.B. 1978. The influence of level of feed intake on sperm producing capacity of testicular tissue in the ram Australian. *J. Agric. Res.* 29: 173-179.
- Pelletier, J., Ortavant, R. 1975. Photoperiodic control of LH release in the ram. In light androgens interaction. *Acta Endocrinology.* 78: 44-450.
- Pelletier, J., Chemineau, P., Delgadillo, J.A. 1988. Seasonality of sexual activity and its photoperiodic control in the adult ram and he-goat. In: *Proc. 11th Inter. Congres. Anim. Reprod. A. I.* June 25-30, Dublin.
- Restall, B.J. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats *Anim. Reprod. Sci.* 27: 305-318.
- Riches, J.H., Walson, R.H. 1954. The influence of the introduction of ram on the incidence of oestrus in Merino ewes Australia. *J. Agric. Res.* 5: 141-147.

Rivera, G.M., Alanis, G.A., Chaves, M.A., Ferrero, S.B., Morillo, H.H. 2003. Seasonality of estrus and ovulation in Creóle goats of Argentina. *Small Rumin. Res.* 48: 109-117.

Rosa, H.J.D., Bryant, M.J. 2002. The ram effect as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. A review. *Small Rumin. Res.* 45: 1-16.

Saumande, J., Rouger, Y. 1972. Variations saisonnières des taux d'androgènes dans le plasma de sang périphérique chez le bouc. *C.R. Acad. Sci.* 102: 351-360.

SAGARPA, 2003.

Sutherland, S.R. 1988. Seasonal breeding and oestrus in the female goats. Ph. D Thesis, University of Western Australia, 116 pp.

SYSTAT 10, ILL, USA, 2000.

Rekwot, P.I., Ogwu, D., Oyedipe, E.O., Sekoni, V.O. 2001. The role of pheromones and biostimulation in animal reproduction. *Anim. Reprod. Sci.* 65: 157-170.

Thimonier, J., Mauléon. P. 1969. Variations saisonnières du comportement oestrus et des activités ovarienne et hypophysaire chez les ovins. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.* 9: 233-250

Thwaites, C.J. 1965. Photoperiodic control breeding activity in the Southdown ewe with particular reference to the effects of equatorial light régime. *J. Agri. Sci. Camb.* 65: 57-64.

- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Henniawati. 1992. The male effect in the Australian cashmere goat. 2. Role of olfactory cues from the male. *Anim. Reprod. Sci.* 32: 55-67.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Norton, B.W., Scaramuzzi, R.J., Martin, G.B. 1994a. Effects of nutrition on seasonal patterns of LH, FSH and testosterone concentration, testicular mass, sebaceous gland volume and odour in Australian Cashmere goats. *J. Reprod. Fétil.* 274: 89-92.
- Walkden-Brown, S.W., Norton, B.W., Restall, B.J. 1994b. Seasonal variation in voluntary feed intake in cashmere bucks fed ad libitum diets of low or high quality Australian. *J. Agric. Res.* 45: 355-366.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Norton, B.W., Scaramuzzi, R.J. 1994c. The female effect in Australian Cashmere goats: effect of season and quality of diet on the LH and testosterone response of bucks to oestrous does. *J. Reprod. Fétil.* 100: 521-531.
- Walkden-Brown, S.W., Restall, B.J., Scaramuzzi, R.J., Martin, G.B. 1997. Seasonality in male Australian cashmere goats: long term effects of castration and testosterone or estradiol treatment on changes in LH, FSH and prolactin concentrations, and body growth. *Small Rumin. Res.* 26: 239-252.
- Zarazaga, L.A., Guzman, J.L., Domínguez, C, Pérez, M.C., Prieto, R. 2005. Effect of plane of nutrition on seasonality of reproduction in Spanish Payoya goats. *Anim. Reprod. Sci.* 87: 253-267.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**



DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**NOMBRE DEL ALUMNO SANTIAGO
ONESTO HERNANDEZ**

**TITULO
"EFECTO DE LA PROGESTERONA EN LA GESTACIÓN"**

MONOGRAFÍA

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TITULO DE**

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREON COAHUILA

SEPTIEMBRE 2007

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO
NARRO**

"UNIDAD AGRARIA"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

MONOGRAFIA

"EFECTO DE LA PROGESTERONA EN LA GESTACIÓN"

APROBADO POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA

PRESIDENTE DEL JURADO


M.V.Z. CARLOS RAMIREZ FERNANDEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL


M. C. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS

TORREÓN COAHUILA

McQlOWdi.
CIENCIA AfjltfAí.

SEPTIEMBRE DE 2007

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO
NARRO**

"UNIDAD LAGUNA"

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

MONOGRAFIA:

"EFECCTO DE LA PREGESTERONA EN LA GESTACION

PRESENTADA POR:

SANTIAGO ONESTO HERNANDEZ

**MONOGRAFIA ELABORADA BAJO LA SUPERVISION DELCOMITÉ PARTICULAR
DE ASESORIA, APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TITULO DE:**

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESIDENTE


MVZ. CARLOS RAMIREZ FERNANDEZ

PRIMER VOCAL


M. C. JOSÉ LUÍS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS

SEGUNDO VOCAL


M.C. PEDRO ESTRADA ADAME

VOCAL SUPLENTE


M.C. MA. GUADALUPE DE LA FUENTE SALCIDO

TORREON COAHUILA

SEPTIEMBRE DE 2007

INDICE

OBJETIVO	1
INTRODUCCIÓN	2
1. QUE ES LA PROGESTERONA	4
2. IMPORTANCIA DE LA PROGESTERONA	6
3. SÍNTESIS DE LA PROGESTERONA	8
4. METABOLISMO DE LA PROGESTERONA.....	10
5. FUNCIÓN Y REGRESIÓN NORMAL DEL CUERPO LÚTEO	12
5.1. Formación del cuerpo lúteo.....	13
5.2. Mantenimiento del cuerpo lúteo.....	15
5.3. Regresión normal del cuerpo lúteo	16
6. EFECTO Y ACCIÓN DE LA PROGESTERONA	18
7. IMPLANTACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE LA GESTACIÓN	20
7.1. Importancia de las citoquinas en la implantación del embrión	21
8. RELACIÓN DE LA PROGESTERONA CON LA VIABILIDAD EMBRIONARIA	23
8.1. Influencia de la progesterona en el útero.....	26
8.2. Otras causas que interfieren en la sobrevivencia del embrión	28
9. MORTALIDAD EMBRIONARIA CAUSADA POR DEFICIENCIAS DE PROGESTERONA	31
9.1 Influencias del efecto del incremento de la producción relacionado con la fertilidad	33
10. CAUSAS POSIBLES DE CONCENTRACIONES BAJAS DE PROGESTERONA DURANTE LA FASE LÚTEA.....	36
10.1. Presencia de cuerpos lúteos cavitarios	38
10.2. Estación o época del año.....	39

11. BIOTECNOLOGÍAS PARA INCREMENTAR LA SOBREVIVENCIA EN ETAPAS TEMPRANAS DEL EMBRIÓN	39
12. FORMAS PARA MEDIR PROGESTERONA	47
12.1. Determinación de progesterona en leche	48
12.2. Determinación de progesterona en plasma	51
13. MÉTODOS PARA CONFIRMACIÓN DE LA PREÑEZ.....	52
13.1. Palpación rectal.....	52
13.2. Ultrasonografía.....	53
13.3 Factor temprano de concepción.....	54
13.4. Variaciones hematológicas.....	55
14. CONCLUSIONES	56
15. DISCUSIONES	57
16. REFERENCIAS CONSULTADAS.....	58

OBJETIVO

Existen muchos estudios que se han realizado sobre la importancia que tiene la progesterona en la gestación de los bovinos, y no solo en éstos, si no también, en las demás especies.

Aún, con toda la gama de información que existe hasta la fecha, y todavía, con los esfuerzos que se hacen por indagar más sobre el conocimiento e importancia de esta hormona, se necesita, un poco más de atención en este tema. Ya que aún, las repercusiones negativas en la reproducción, por causa de esta hormona, se siguen observando a nivel de campo.

El objetivo del presente trabajo, se realizó con la finalidad de recopilar la mayor información posible sobre los distintos factores que influyen en la funcionalidad de la progesterona, y al mismo tiempo, tener un conocimiento más amplio, de las causas posibles que interfieren durante el reconocimiento de la gestación a causa de estas alteraciones.

INTRODUCCIÓN

La gestación, es uno de los componentes más importantes del control de la fertilidad en los animales domésticos, considerando, que es un integrante esencial de la cadena de fenómenos biológicos como son el parto, la fertilidad y el reinicio de la actividad ovárica posparto. La gestación, se define como el periodo comprendido entre la fertilización de un óvulo por un espermatozoide y el momento del parto. Esta es la definición ideal del proceso, ya que también, se considera gestación, a aquel periodo que concluye en una resorción embrionaria o en un aborto (**GALINA *etal*, 2006**). Se han descrito varias etapas críticas para el desarrollo y la sobrevivencia embrionaria. En cada una de ellas, se han postulado, posibles causas de las fallas. Muchas de las cuales, están relacionadas con alteraciones en la función lútea. Entre las causas que se han descrito, se incluyen, las alteraciones en el ritmo de elevación de las concentraciones de progesterona durante las etapas iniciales del ciclo estral, la deficiencia relativa de progesterona durante la fase lútea, el retraso en el desarrollo embrionario, la producción insuficiente de interferón tau (IFN-t) por parte del embrión y la regresión prematura del cuerpo lúteo. En muchos casos, existe asociación entre dos o más de estas alteraciones, por lo que no es posible, hacer una separación estricta de las diversas patologías (**ZARCO *etal*, 2000**).

Durante los últimos años, las biotecnologías de la reproducción, han experimentado un gran avance, sin embargo, su éxito aplicativo, se encuentra limitado por los elevados índices de muerte embrionaria precoz. Puesto que el mantenimiento de la gestación en los mamíferos, depende de un diálogo continuo que se establece entre la madre y el feto. Durante la última década, se ha realizado un gran esfuerzo por entender los procesos bioquímicos que regulan la comunicación feto-maternal (**PÉREZ *etal*, 2004**). La gestación, significa un cambio notable en todo el organismo, de éste modo, se alcanza una perfecta simbiosis anatómico- funcional entre el producto de la concepción y la madre, estableciéndose tres protagonismos en la madre gestante (embrión, feto y placenta) (**PÉREZ *etal*, 2004**).

La gestación, significa un cambio notable en todo el organismo, de éste modo, se alcanza una perfecta simbiosis anatómico- funcional entre el producto de la concepción y la madre, estableciéndose tres antagonismos en la madre gestante (embrión, feto y placenta) (**PÉREZ *etal*, 2004**). La falla en la concepción o infertilidad, constituye el problema reproductivo más importantes de los hatos lecheros, y se considera, que es el que más afecta a la productividad de las empresas lecheras. En los últimos 40 años, se ha observado, una disminución significativa de la fertilidad, esto ha coincidido con un incremento en la producción de leche que se ha venido pronunciando cada día más. Por lo que esto evidencia, una clara asociación entre estos dos factores (fertilidad y producción lechera). Sin embargo, la baja fertilidad, no es provocada por medio de la lactancia, como proceso fisiológico, si no por los cambios metabólicos que imponen los grandes volúmenes de leche y el inadecuado consumo de nutrientes (**HERNÁNDEZ *etal*, 2001a**).

Otro problema, que también se incluye, dentro de los factores que afectan el proceso de la gestación, es la subfertilidad, que también se ha definido, como una condición, que impide el establecimiento de la gestación después de haberse completado totalmente la involución uterina. Esta característica (involución uterina), es afectada por una gran cantidad de factores, como la condición física del animal, enfermedades durante el posparto, mastitis, producción láctea, época de parto, entre otras. Así, en grandes rasgos, todos estos factores, son causa para que se vea acorada la fisiología normal del proceso de fecundación e implantación del embrión (**RENATO *etal*, 2005, JORDÁN *etal*, 2003**). Otro punto clave, que se debe tener en cuenta, el cual, es ya bien visto en algunas cuencas lecheras de México (Torreón Coahuila, Aguascalientes, Sinaloa) y en otras, en donde aún, no se ha visto tanto el efecto (Querétaro, Guanajuato), es el efecto negativo del estrés calórico sobre la fertilidad del ganado (**RENATO *etal*, 2005, HERNÁNDEZ *etal*, 1998**). Esto está dado, por ciertas características genéticas de la especie, y se manifiesta días antes, durante y después de la ovulación. Así mismo, se ha visto un efecto negativo del estrés calórico (EC), sobre la viabilidad embrionaria en los primeros días de su desarrollo (**RENATO *etal*, 2005, HERNÁNDEZ *etal*, 1998**).

1. QUE ES LA PROGESTERONA

La progesterona, se clasifica dentro del grupo de las hormonas esteroideas, el cual, es un esteroide, y es una molécula derivada del colesterol. Las células esteroideogénicas, pueden sintetizar ellas mismas el colesterol, o ya sea, obtenerlo de las reservas intracelulares o de la circulación, asociado a lipoproteínas. En las células esteroideogénicas, existen diversas enzimas, que actúan sobre las moléculas de colesterol hasta obtener la hormona final. La progesterona, es producida, principalmente por el cuerpo lúteo en etapas tempranas de la gestación. Pero, posteriormente, también es producida por la placenta, lo cual ayuda a llevar la gestación a término **(HAFEZ *etal*, 2002)**.

Estos esteroides, son secretados, principalmente en las gónadas, pero también en algunos otros órganos no gonadales como, en las glándulas suprarrenales y la placenta, las cuales, secretan hormonas esteroideas en cierta medida. Una vez, que la progesterona es formada, al encontrarse en el plasma, se une a las proteínas plasmáticas como la albúmina principalmente, la cual, es una proteína que tiene alta afinidad por los esteroides **(HAFEZ *etal*, 2002)**.

La progesterona (P4), es el compuesto más importante para la regulación de la fertilidad. Se encuentra en el organismo en altas concentraciones, y por lo tanto, no posee problemas de toxicidad como las progestinas sintéticas. Sin embargo, posee una vida media corta y cuando se administra por vía oral no es activa, excepto en altas dosis. Por estas razones, esta hormona, resulta un buen modelo de fármaco para la micro encapsulación y la liberación parenteral controlada **(CHIAPPETTA *etal*, 2005)**.

La progesterona, es necesaria para el mantenimiento de la preñez durante la gestación. Esta hormona, estimula el desarrollo del tejido endometrial y mamario, e inhibe las contracciones uterinas **(KUSTRITZ *etal*, 2001)**.

El análisis de la estructura química de la hormona esteroide (progesterona), la hace ver como molécula semejante a los ácidos nucleicos y proteínas. La información contenida en los esteroides, es transmitida mediante receptores intracelulares, donde el sistema nervioso central (SNC), es un órgano blanco de estas hormonas (esteroides), que pone en juego las enzimas para la síntesis de estas hormonas, las cuales, provienen de las secreciones de las glándulas endocrinas (**ALEJANDRO *etal*, 2003**).

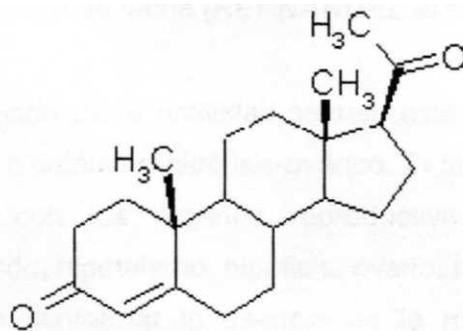


Figura 1. Estructura química de la progesterona (**ALEJANDRO *etal*, 2003**).

2. IMPORTANCIA DE LA PROGESTERONA

La progesterona, es el principal producto de secreción del cuerpo lúteo. Esta hormona, actúa básicamente sobre los órganos genitales de la hembra, siendo responsable de la preparación del útero para el establecimiento y mantenimiento de la gestación. En la mucosa del oviducto y del útero, la progesterona, estimula la secreción de sustancias que nutrirán al embrión hasta que este comience a hacerlo a través de la placenta. Además, la progesterona, evita las contracciones del útero, cierra el cérvix y modifica las características del moco cervical, volviéndolo mas viscoso, lo que evita el paso de agentes extraños al interior del útero. Por otra parte, la progesterona, estimula el desarrollo del sistema alveolar de la glándula mamaria, preparándola para la síntesis y secreción de leche (**HERNÁNDEZ *etal*, 1998c**).

La regulación de la actividad sexual, está representada en el organismo por el sistema hipotálamo-hipófisis-ovárico. El hipotálamo y la hipófisis anterior, en conjunto, con los órganos reproductivos, aseguran estas acciones. Interrelacionando, hipotálamo, hipófisis, ovario, hormonas LH, FSH y esteroides ováricos, para conformar la esencia de la maduración folicular, ovulación, implantación y mantenimiento de la gestación. Todo esto, está claramente influenciado por factores hereditarios, nutricionales y ambientales, los cuales, pueden modificar el ciclo en cualquier animal (**ECHEVERRÍA *etal*, 2006**).

En el pasado, la baja fertilidad, era una condición que se circunscribía solo a vacas repetidoras (vacas de más de 3 servicios). Actualmente se sabe, que este problema es crítico desde el primer servicio, donde, el porcentaje de gestación no supera el 30%. En diversos estudios, se ha señalado a las anomalías del cuerpo lúteo (CL) como una causa en la falla en la concepción, debido al papel de la progesterona (P4) en el establecimiento y mantenimiento de la gestación (**MORALES *etal*, 2000**).

La progesterona, es producida de forma espontánea y en grandes cantidades durante la gestación normal. Su acción, resulta de vital importancia, para permitir alcanzar una gestación a término. Y es capaz de bloquear el efecto de las prostaglandina F2a. Otros efectos de esta hormona, es que favorece la inhibición de la contractilidad uterina, disminuyendo así, la concentración de receptores para oxitocina y la modificación de la organización estructural del miometrio, para inhibir las contracciones musculares coordinadas (**MORA *etal*, 2004, DE LUCA *etal*, 2000**).

El efecto anti estrogénico de la progesterona en el oviducto, y endometrio, para inhibir la aparición de estrógenos, es mediante la formación de proteínas en las células endometriales y células de los oviductos, que inducen la declinación y terminación en la actividad de secreción de estrógenos. Estos cambios inducidos, forman parte para que la progesterona, prevenga o mantenga el desarrollo y soporte del embrión durante las etapas tempranas de la gestación; este incremento de la manifestación de presencia de proteínas por parte de la progesterona, impide el paso de impulsos eléctricos entre las células miometriales, a través de la expresión o la manifestación de genes que codifican los cambios de voltajes dependientes del calcio, disminuyendo la entrada de calcio extracelular, que es requerida, para las contracciones de las células del miometrio. Así, con toda esta secuencia de acciones, la progesterona previene las contracciones uterinas, al bloquear el estradiol para que no induzca los receptores adrenérgicos que activan las contracciones (**GORDON *etal*, 2000b**).

3. SINTESIS DE LA PROGESTERONA

El colesterol, sintetizado en altas o bajas concentraciones, es el precursor de lipoproteínas para la síntesis de la progesterona (P4). Una vez, dentro de la célula, el colesterol, puede ser usado para la esteroidogénesis o esterificación, con cambios en los ácidos grasos y los ésteres de colesterol en gotitas de lípidos (**GORDON *etal*, 2002a**).

Para la esteroidogénesis, el colesterol, necesita ser transportado a las mitocondrias, por un mecanismo que involucra los elementos del cito esqueleto y proteínas que transportan los ésteres de colesterol, donde el citocromo P450, destruye el colesterol a través de un complejo de enzimas que convierten el colesterol en progesterona. Esta, es convertida, a 3-hydroxysteroid/deshidrogenasa isomerazas en el retículo endoplásmico liso (**GORDON *etal*, 2002a**).

El transporte del colesterol, desde el citoplasma hasta la membrana mitocondrial, lo hace con una velocidad limitada, para pasar a la biosíntesis de progesterona, y pasa a ser influenciada, por unos segundos mensajeros. La regulación, de las proteínas esteroidogénicas, esta mediada, por un tipo de receptores para las benzodiazepinas, las cuales, están involucradas en el transporte y la fosforilación de las proteínas esteroidogénicas por proteínas quinazas, las cuales, estimulan el transporte de colesterol. También se ha visto, que la fosforilación, puede ser inhibida por los procesos de las proteínas quinazas (**GORDON *etal*, 2002a**).

El sustrato de la esteroidogénesis, es el colesterol. Bajo condiciones normales, la mayoría del colesterol, es metabolizado en el hígado y transportado hacia los tejidos esteroidogénicos, como la corteza adrenal, foliculo, cuerpo lúteo (CL) y testículos, en forma de lipoproteínas (**GORDON *etal*, 2000b**).

Donde, las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y lipoproteínas de alta densidad (HDL), son las más comúnmente originadas del colesterol para la producción de las hormonas esteroideas por el cuerpo lúteo (CL) (**GORDON *etal*, 2000b**).

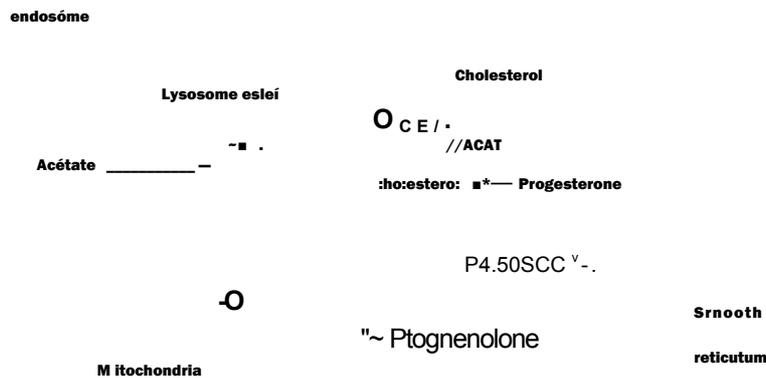


Figura 2. Mecanismo del control de formación de la progesterona (**GORDON *etal*, 2002**).

Como ya se mencionó, el colesterol, es el precursor de la esteroidogénesis para secretar las hormonas en el tejido, y que en este proceso, actúan una serie de enzimas y sustratos, los cuales, son una multitud de factores que regulan la síntesis y secreción luteal de progesterona. Se ha visto, que la hipercolesterolemia, puede incrementar la esteroidogénesis en el CL de los bovinos. En vacas, mantenidas con dietas altas en ácidos grasos, tienen un incremento de progesterona en suero y una vida más prolongada de los primeros CL formados después del parto, donde las lipoproteínas, estimulan la síntesis de progesterona en las células luteales, y que al parecer, las lipoproteínas del suero parece ser que tienen una mejor esteroidogénesis del colesterol en el tejido (**HAWKINS *etal*, 1995**).

4. METABOLISMO DE LA PROGESTERONA

El hígado, representa el primer sitio de metabolismo, se encarga de aclarar los esteroides por medio de la sangre que pasa por él (**WILTBANK *etal*, 2000**). Se ha hipotetizado, que los cambios en el flujo de sangre por el hígado, son debidos, a un consumo alto de alimento, o a una hipertrofia del tracto digestivo, lo cual, produce una importante alteración en el metabolismo de los esteroides (**SANGSRITAVONG *etal*, 2000**).

Conceptualmente, la disminución de la progesterona (P4), puede ser, por una disminución en la secreción del cuerpo lúteo (CL) o por un incremento en el metabolismo de la secreción de la progesterona. El consumo de alimento, producción de leche y vías en la administración de progesterona (P4) influyen en el metabolismo, y secreción. Esto fue observado en estudios realizados en vacas lecheras. Pero en otros estudios se observó, que ni el consumo de alimento, ni tampoco la energía metabolizable, no tuvieron efecto en las concentraciones plasmáticas de progesterona (P4), esto se observó en novillas; pero si la hubo en vacas que no estaban lactando. Para confirmar estas hipótesis se inyectó una progesterona intravaginal, a vacas ovariectomizadas y se observó, que en vacas altas productoras, había más flujo de progesterona hacia la leche. Pero no hubo diferencia, en las concentraciones de progesterona en plasma y leche, en vacas menos productoras (**INSKEEP *etal*, 2004**).

Así mismo, se ha observado en otras investigaciones realizadas en cabras, que el consumo de materia seca incrementa la velocidad de sangre que fluye por el hígado y por consecuencia se aumenta el metabolismo de la progesterona (P4), como causa de esto cerca de un 90% de progesterona que fluye a través del hígado es metabolizado (**SANGSRITAVONG *et al*/2002**).

En otra investigación, donde se comparo el folículo, desarrollo luteal y concentración de esteroides en la circulación, para inducir la luteólisis o la ovulación, en vacas lecheras lactantes, novillas nulíparas y vacas en periodo seco, durante la época de verano e invierno. Donde las concentraciones de progesterona (P4) y estradiol fueron monitoreadas en suero. Se observó, que las concentraciones de progesterona y estradiol, en vacas lecheras en lactación y en novillas, fueron inferiores en verano, y similares en vacas secas en invierno, a pesar de los factores que influyen en el folículo ovulatorio dominante y crecimiento del cuerpo lúteo (**SARTORI *etal*, 2002, RENATO *etal*, 2005**).

En muchos estudios realizados en vacas, se ha demostrado, que las concentraciones de progesterona (P4) han disminuido, y que esto, es a causa de todos los programas o protocolos de sincronización que han ido surgiendo para la búsqueda del estro. Los cuales, producen una aberración en el crecimiento de cada folículo dominante y persistencia folicular como causa total de una estimulación prolongada de la hormona luteinizante (LH) (**NASIM *etal*, 1995**).

El mecanismo fisiológico que fundamenta, la disminución de la función reproductiva en las vacas lecheras modernas, aún no está muy claramente especificado. Recientes trabajos han establecido, que el metabolismo de las hormonas, incluyendo la hormona del crecimiento, factor de crecimiento de insulina (IGF-I), tienen una gran influencia importante en el desarrollo del folículo ovárico, maduración del oocito y desarrollo del embrión temprano en el ganado. De cualquier forma, estas hipótesis, cambian los factores en vacas altas productoras y pueden alterar las funciones reproductivas durante el periodo posparto temprano, resultando, en una disminución de la fertilidad (**GONG *etal*, 2002**).

Estas observaciones, concuerdan con resultados observados en otras investigaciones. Donde se observó, que el balance energético negativo durante la lactación temprana, está asociado con los cambios de la hormona de crecimiento, y el factor de crecimiento de insulina (IGF-I), relación en la primera ovulación entre los intervalos de cada parto, donde, en vacas con genética de alta productora, se ha observado alteración en la primera ovulación posparto, y esto está asociado con bajas concentraciones de insulina circulante (**STEPHEN *etal*, 1997**).

5. FUNCION Y REGRESION NORMAL DEL CUERPO LUTEO

En los animales domésticos, la ovulación del folículo y el desarrollo del cuerpo lúteo es normalmente cíclico, las células de la granulosa, producen progesterona a medida que se luteinizan (**GIGLI *etal*, 2006**). La progesterona, es secretada dentro de la sangre para que esta mejore el desarrollo uterino, y sea compatible con la preñez. La velocidad de secreción de progesterona es impresionante, y depende de la eficiencia y producción activa con las células luteales esteroideogénicas del CL, y de la eficiencia de liberación de la progesterona desde las células lúteales hacia la circulación sanguínea. Se ha demostrado, que a la mitad del ciclo del CL, el tejido es especializado para estos dos procesos (**MILO *etal*, 1994**). El proceso de angiogénesis, es muy reconocido por el papel tan importante que tiene en el desarrollo del cuerpo lúteo (CL), especialmente durante la mitad de la gestación. El rápido crecimiento de tamaño del cuerpo lúteo, se obtiene por la hipertrofia de las células lúteales, el número de células endoteliales en el cuerpo lúteo (CL), el aumento de la sangre lútea que también se incrementa durante la mitad de la gestación y la alta vascularización en las células lúteas, estos factores son necesarios para la síntesis y el mantenimiento de la vida de la progesterona en la circulación sanguínea (**SHIRO *etal*, 2001**).

En general, la formación del cuerpo lúteo normal, depende de la obtención del folículo preovulatorio, de un adecuado número de células de la granulosa, un número favorable de receptores en las células de la granulosa para la hormona luteinizante, y que estas células, sean capaces, de sintetizar cantidades adecuadas de progesterona (P4) después de la luteinización. Así mismo, las concentraciones de estradiol dentro del folículo, también juegan un papel importante en la preparación de las células foliculares para la formación y función luteal, las cuales, incrementan la proliferación celular, incrementando, la estimulación de la acción de la hormona foliculoestimulante (FSH), la síntesis de progestinas después de la acción de las gonadotropinas y estimulación de la formación de los receptores de la hormona luteinizante (LH) (**GEORGE *etal*, 2005**).

5.1. Formación del cuerpo lúteo

La sumatoria de secreciones pulsátiles de (GnRH) (gonadotropin releasing hormona) por el hipotálamo, es regulado por las concentraciones de progesterona en la circulación durante el ciclo estral. La frecuencia de las pulsaciones constantes o seguidas de la hormona luteinizante por la pituitaria anterior, es determinada, por los pulsos de secreción de GnRH. Las secreciones de estradiol, más una alta frecuencia de los pulsos de LH, más la inhibina, estimula el crecimiento continuo del folículo dominante. Una baja frecuencia de los pulsos de LH, continúa con el crecimiento folicular y termina en la atresia del folículo dominante, que resulta, de una disminución del estradiol y la inhibina. En cada tiempo que se detiene el crecimiento del folículo dominante, hay un incremento en la secreción de FSH, que estimula el crecimiento de nuevos folículos, los cuales, si ovulan durante la fase lútea, causa un cuerpo lúteo (CL) dominante con la secreción de la progesterona causando la atresia de los nuevos folículos (**INSKEEP *etal*, 2004**).

El cuerpo lúteo (CL) se desarrolla a partir del folículo que ha ovulado, proceso conocido como luteinización, este proceso consiste, en todos los cambios morfológicos, endocrinos y enzimáticos, que ocurren en el folículo preovulatorio, hasta que este se transforma en un cuerpo lúteo funcional (**HERNÁNDEZ *etal*, 1998c**).

El estradiol, es el principal esteroide secretado por el ovario, donde las células de la teca y de la granulosa del folículo, coordinan la producción de estrógenos. Las células de la teca, forman enzimas necesarias que convierten el colesterol en andrógenos y estradiol; la función de las células de la granulosa, es producir progesterona. Que necesita ser convertida, de pregnenolona a progesterona y andrógenos. Pero, de cualquier manera, los andrógenos, son transformados por estas células a estradiol. Las cantidades de LH preovulatorias por las células de la granulosa y de la teca, alteran la esteroidogénesis hasta progesterona, que es la hormona primaria producida por cada una de este tipo de células después de la luteinización, donde, se supone que este tipo de células, contienen las enzimas del citocromo P-450, y que a través de estas enzimas, convierten el colesterol en esteroides (progestinas), donde el citocromo, es activado por medio de la LH, el cual, tiene sus receptores en las células de la teca (**BAGNA *etal*, 1998**).

La proliferación de nuevas células endoteliales, es requerida para la nueva vascularización durante el desarrollo del cuerpo lúteo (CL) que resulta en un cuerpo lúteo (CL) más grande, donde, el total del volumen, es del 25%, con una velocidad de flujo de sangre de 6-1 Omg por minuto. Que en comparación, con otros tejidos, los capilares proveen un alta demanda de volumen sanguíneo a las células lúteas, con un consumo de 2 a 6 veces más de oxígeno por unidad en comparación con el hígado, riñones y el corazón. Las hormonas que soportan el crecimiento del cuerpo lúteo (CL), son las hormonas luteotróficas, como la (LH, GH, prolactina, IGF-I, oxitocina y prostaglandinas) (**GORDON *etal*, 2000**).

5.2. Mantenimiento del cuerpo lúteo

El cuerpo lúteo (CL), es una de las glándulas endocrinas que mantiene su función por un tiempo determinado. Es un modelo apropiado de crecimiento y diferenciación, el cual, después origina muerte de las células de la teca, granulosa, capilares y de los fibroblastos. La aparente razón del cuerpo lúteo, es la producción de progesterona. La única causa importante de esta estructura, es mantener la preñez en los animales. El tiempo de vida y la desaparición del cuerpo lúteo, dependen de los procesos de regresión, que ocurren por el ovario por el inicio de un nuevo ciclo (**GORDON *etal*, 2000**).

La alta afinidad de los receptores de LH de las células luteales, permiten que el CL se mantenga activo, pese a las concentraciones bajas de esta hormona durante el diestro, además, hay evidencias de que otros factores también intervienen para mantener activo el CL. En la yegua, el período de mantenimiento abarca del día 5 al 14 y en la vaca del día 10 al 17 (**GIGLI *etal*, 2006**).

Se ha visto, que el cuerpo lúteo (CL) es requerido durante toda la gestación, y que la alteración o la remoción de este, resultan en la terminación de la preñez. El cuerpo lúteo (CL) que se presenta durante el ciclo estral normal, es diferente al de la gestación. En el de la preñez, se incrementa el número de mitocondrias en las células lúteas pequeñas y se incrementa, el retículo endoplásmico liso en las células lúteas grandes. Así, estos cambios morfológicos, son los responsables del cuerpo lúteo, factor de crecimiento y las gonadotropinas. Se ha visto, que los receptores para la hormona luteinizante (LH) y para la prolactina, se incrementan durante la preñez, la hormona de crecimiento, está relacionada con la prolactina y son luteotróficas (**YUAN *etal*, 1996**).

5.3. Regresión del cuerpo lúteo

En ausencia del reconocimiento materno de la preñez, se produce la regresión del cuerpo lúteo CL, que ocurre alrededor del día 16-17 en la vaca. El útero, es el órgano que determina la regresión del CL, a través, de la secreción de la hormona luteolítica, que es la prostaglandina (PGF₂CT). En la oveja y vaca, la arteria ovárica, se enrolla sobre la vena útero-ovárica, y este contacto, permite la llegada directa de PGF₂CT al ovario, que es producida en el útero permitiendo así causar la lisis del cuerpo lúteo (**GIGLI *etal*, 2006**).

El ácido araquidónico, está relacionado con la hidrólisis de los fosfolípidos por la activación de la síntesis de peroxidasa para la formación de prostaglandinas. En el ganado, la síntesis y la activación de las peroxidasas, son inhibidas para el mantenimiento de la preñez. Los episodios de secreción de prostaglandinas en el útero, son responsables de las señales luteolíticas durante el ciclo estral de los animales domésticos, esto es propuesto, por los folículos ováricos, que liberan estrógenos y que interactúan con receptores alfa para incrementar los receptores de expresión para la oxitócica, la cual, estimula los episodios en pulsaciones de prostaglandinas (**BALAGUER *etal*, 2005**).

Los estrógenos ováricos, desempeñan un papel importante en el inicio de la secreción de prostaglandinas (PGF₂a). La administración de estradiol exógeno en el diestro tardío puede provocar la luteólisis, debido, a que permite que la oxitocina, estimule en el endometrio la secreción de prostaglandinas (PGF₂a). Esto se debe, a que el estradiol, estimula la síntesis de receptores para oxitocina. Por otra parte, el estradiol, estimula en el endometrio, la producción de enzimas como la fosfolipasa A y la ciclooxigenasa, que son indispensables para la síntesis de prostaglandinas (**HERNÁNDEZ *etal*, 1998c**).

La maduración y degeneración del ciclo de vida del cuerpo lúteo (CL), está acompañado por la sangre venosa, arterial y crecimiento capilar. Donde, los vasos capilares, sufren procesos de hiperplasia e hipertrofia durante la fase de regresión. En un estudio, se demostró la morfología del proceso que ocurre en los vasos capilares en la fase del cuerpo lúteo, donde, los vasos capilares, presentan un desarrollo en la fase del cuerpo lúteo (CL) y una proliferación de células musculares (SMCs), las cuales, desaparecen cuando hay regresión. Se observa notablemente, que la sangre, es más espesa y hay un engrasamiento de los vasos y arterias, el cual, está dado, por el desarrollo de los fibroblastos, colágeno y fibras elásticas (**BAUER *etal*, 2004**). Durante la iniciación o activación de la hormona encargada de la luteólisis, el cuerpo lúteo (CL) es selectivamente destruido por medio de una compleja interrelación somática y endocrina de células en el ovario. La hormona que inicia la luteólisis, es la prostaglandina, y también hay una disminución en la actividad de la esteroidogénesis, que se completa con la destrucción celular, que es la estructura que forma al cuerpo lúteo (CL) (**JOHN *etal*, 2003**).

Muchos cambios fisiológicos y bioquímicos, caracterizan la acción de las prostaglandinas en el cuerpo lúteo. Las prostaglandinas, reducen el flujo de sangre en el cuerpo lúteo (CL) y por lo tanto, esto causa la luteólisis al disminuir los nutrientes y sustratos para la esteroidogénesis y el soporte luteotrópico. Se ha visto en ovejas, que al administrar prostaglandinas se reduce el flujo de sangre y paralelamente, hay una disminución en la secreción de progesterona; las prostaglandinas, causan degeneración de las células endoteliales, que resulta, en una marcada densidad de capilares, y también inducen la apoptosis (**BAGNA *etal*, 1998**).

6. EFECTO Y ACCIÓN DE LA PROGESTERONA

Las hormonas esteroidales sexuales, actúan, a través de sus receptores Intracelulares específicos, se unen a ellos e inician la respuesta biológica, permitiendo el desarrollo del tracto genital, y determinando su estado morfo funcional. Los receptores, son regulados por las hormonas, y presentan, un complejo mecanismo de control, en el cual, es necesario tener varios factores en cuenta, entre ellos, la etapa del desarrollo y estadio reproductivo del animal y las diferencias entre las diversas especies (**ADRIANA *etal*, 2005**).

En estudios realizados en otras especies, en caninos, son muy bajos o indetectables los receptores en el estadio del desarrollo reproductivo. Los rumiantes, difieren de otros mamíferos en la distribución de receptores sexuales esteroidales a lo largo del tracto reproductivo (**ADRIANA *etal*, 2005**).

Se ha postulado, que la sub-nutrición, podría afectar la sobrevivencia embrionaria a través de cambios en el ambiente uterino. Previamente, se ha demostrado, que ovejas con una sub-nutrición, contienen menores cantidades de receptores de progesterona en el endometrio, comparado con ovejas bien alimentadas, donde se observó lo contrario. Los receptores, son capaces, de concentrar hormonas específicas en tejidos blanco; se observó, que cuando hay menos receptores de progesterona, similarmente, hay menos concentraciones de progesterona endometrial. También se encontró, que el factor de crecimiento de insulina (IGF-I) circulante, disminuía, en ovejas sub-alimentadas. Esto tiene mucha importancia, ya que la función de este factor, es estimular la función de los receptores de progesterona (P4). En un estudio, se investigó el efecto de la subnutrición sobre la expresión endometrial de receptores de progesterona (P4) a los 5 y 10 días post-estro. Los receptores, fueron demostrados por medio de la pruebas de inmunohistoquímica, donde se demostró, que en el día 10 hay presencia de más receptores para embriones en ovejas bien alimentadas, en comparación con el día 5, que son menos (**SOSA *etal*, 2000**).

Los receptores esteroidales endometriales, tienen un papel esencial en la fisiología reproductiva, siendo ellos, determinantes del estado morfo funcional del tracto genital, y especialmente del endometrio, en el cual, se implantará el embrión. Se estudio, la presencia de receptores de progesterona, en el endometrio de ovejas, en donde se concluyó, que las ovejas, presentan receptores de progesterona fisiológicamente activos en su endometrio, ya en la etapa prepuberal, o sea, antes de comenzar sus ciclos ováricos. Lo cual, pueden ser inducidas por hormonas exógenas, con el fin, de aumentar la eficiencia y prevenir disfunciones reproductivas (**ADRIANA *etal*, 2005**).

Las hormonas esteroidales ováricas, como la progesterona (P4), es el mejor regulador de las funciones uterinas. Las acciones de esta hormona, están mediadas por receptores específicos. El juego de los receptores de progesterona (P4), es fundamental para la función reproductiva en hembras, incluyendo, la habilidad del útero para soportar y mantener la implantación y desarrollo del embrión. Esto ha sido demostrado, por la alta densidad de análisis de ADN, que identifican, directa e indirectamente receptores de P4 (**LEE *etal*, 2006**).

La acción de los receptores de P4, son un miembro del morfogen (Ihh) y miembro también del gen Hh, que señalan, la cascada del modelo de receptores, coordinando la expresión de receptores en el útero durante el periodo de perimplantación y gestación. La acción de estos morfogenes, es mediar la comunicación entre el epitelio uterino y el compartimiento del estroma uterino. El miembro del gen (Ihh), tiene la función, de coordinar la proliferación y vascularización del estroma uterino durante la preñez; estos análisis, demostraron, que la progesterona (P4), regula la función uterina para coordinar las señales del epitelio uterino y el estroma durante la perí-implantación del embrión en el útero (**LEE *etal*, 2006**).

7. IMPLANTACION Y RECONOCIMIENTO DE LA GESTACION

La pérdida de la preñez, contribuye a la ineficiencia reproductiva en vacas lecheras en lactación, porque la fertilidad que se valora en algún punto durante la preñez, es una función entre la tasa de concepción y la pérdida de preñez. La tasa de concepción a los 28 y 32 días después de la (IA) en vacas lecheras en lactación, varía del 40 al 47%. Mientras, que la tasa de concepción en vaquillas lecheras, llega casi a 75%. De la misma manera, la pérdida de la preñez, en vacas lecheras en lactación, es mayor que en las vaquillas, (20% y 5% respectivamente), pese a que no se conocen los factores específicos responsables de una pérdida embrionaria temprana en vacas lecheras, pueden ser similares a aquellos factores **(PAUL *etal*, 2000b)**.

En el pasado, la baja fertilidad era una condición que se creía era solo para vacas repetidoras (vacas con más de tres servicios) actualmente se sabe, que este problema, es crítico desde el primer servicio, con frecuencia, el porcentaje de concepción, no supera el 30% en diversos estudios. Ya se han señalado, a las anomalías en la función del cuerpo luteo (CL), como una causa en la falla de la implantación, debido al papel de la progesterona en el establecimiento y mantenimiento de la preñez **(MORALES *etal*, 2000)**.

Para lograr una preñez exitosa, es necesario un reconocimiento inmunológico entre la madre y el Feto, tal reconocimiento se realizaría, a través de señales como el Factor precoz de preñez (EPF) y de hormonas, como la progesterona, que se sintetizan muy tempranamente y poseen actividad inmunosupresora. En una investigación se demostró, el comportamiento de ambas sustancias durante toda la gestación en porcinos, donde, se buscó en el suero de las cerdas, la actividad del factor precoz de preñez (EPF) y la concentración de progesterona **(CECILIA *etal*, 2002)**.

La actividad del factor, mostró un perfil bifásico durante el primer tercio de días después de los valores máximos de la actividad del factor precoz de preñez (EPF), por el contrario, en los dos tercios restantes, los valores máximos del factor (EPF) coinciden con los valores máximos de progesterona (**CECILIA *etal*, 2002**).

La implantación en los mamíferos, depende, de que el embrión sea reconocido desde el punto de vista endocrino por la madre, lo que evitará el retorno del siguiente estro en la hembra y por consiguiente, la perdida de la gestación evitando así la luteólisis (**GALINA *etal*, 2006**).

La implantación, es un proceso complicado que requiere de una serie de eventos involucrados por el embrión y el endometrio. Cuando hay, una cantidad alta de embriones, la velocidad de la implantación se disminuye relativamente. La tendencia de crecimiento, de futuros embriones transferidos, son también menos estimulados para la implantación (**BOOMSMA *etal*, 2006**).

7.1. Importancia de las citoquinas en la implantación del embrión

Las citoquinas, son glicoproteínas de bajo peso molecular, con vida media muy corta, que se encuentran en bajas concentraciones fisiológicas, son utilizadas, por una gran variedad de células como respuesta a una señal y coordinan la interacción entre las células. Estudios en ratones y humanos han demostrado, que los mecanismos inmunomoduladores, están presentes durante el periodo de peri-implantación, donde el embrión, escapa a la destrucción por células efectoras del sistema inmunológico a través de la expresión del complejo de histocompatibilidad, las cuales, protegen la invasión del trofoblasto contra el ataque de linfocitos citotóxicos y células asesinas naturales; posteriormente, el embrión sintetiza factores que previenen la activación local de células citotóxicas, lo cual, estimula a la producción de citocinas. La interacción de estas acciones, asegura no solamente la sobrevivencia del embrión, sino también su desarrollo (**MIGUEL *etal*, 2006**).

Esto es reforzado con otros investigadores, donde, en un estudio llevado a cabo en bovinos para transferencia de embriones, basándose en la determinación de la expresión de un gen, localizado en los receptores del blastocito, las muestras fueron tomadas por biopsia antes de la transferencia, se realizaron en el día 7 para posteriormente determinar el porcentaje de preñez. Esto fue comparado con otro grupo (testigo) de animales, donde no se hicieron las biopsias. Los resultados obtenidos, demostraron que los receptores de los embriones, son enriquecidos con un metabolismo de glucosa, proteínas de fosforilación, citoquinas de la inflamación y aminoácidos que interfieren en la implantación y sobrevivencia del blastocito **(ASHRAF *etal*, 2006)**.

Por otra parte, se ha encontrado en algunos estudios, que en la especie bovina, debido al tipo de placentación que presenta, en la cual, tiene menos comunicación con la madre, el papel del sistema inmunológico no presenta un papel tan importante para el éxito de la gestación **(LEUNG *etal* 2000)**.

La implantación total en las vaca, requiere de una sincronía de señales, entre el embrión y el feto para el reconocimiento de la preñez, y de una disminución de la respuesta inmunitaria local. Un fracaso, en estos procesos, termina en la pérdida del embrión temprano. El interferón tau (**IFN- τ**), es la mejor señal producida por el trofoblasto durante el periodo de periimplantación, indirectamente, la secreción del interferón tau (**IFN- τ**) está relacionado con el fracaso de la gestación, por una incapacidad para evitar la luteólisis. En estudios invitro, se ha visto que el interferón, suprime la actividad y proliferación de los linfocitos por medio de antígenos del trofoblasto, y así, este tiene un papel muy importante en la tolerancia de la inmunidad materna, ya que la expresión del interferón, también está relacionado con el tamaño del embrión **(LEUNG *etal*, 2000)**.

Un embrión grande, tendrá más probabilidades de secretar más rápido al interferón, en comparación con un embrión más chico, donde, el embrión más grande, tendrá una mayor sobrevivencia. La importancia del interferón tau, está presente, durante todo el proceso de reconocimiento, hasta que el embrión es implantado. Después, la producción de este disminuye, habiendo una tolerancia inmunitaria en la madre durante todo el periodo de gestación **(LEUNG *etal*, 2000)**.

8. RELACIÓN DE LA PROGESTERONA Y VIABILIDAD EMBRIONARIA

La pérdida embrionaria precoz en el ganado es difícil de estudiar, porque no hay pruebas de sensibilidad similares a las que se usan para humanos y equinos, y esto es más por el costo económico que implica en las grandes especies. La tasa de fertilización después de IA en vacas de carne es 90%. Mientras, que la tasa de supervivencia embrionaria es de 93% por el día 8, y solo 56% por el día 12 post IA en ganado lechero. Solo el 48% de los embriones son clasificados como normales en el día 7 después de IA; por lo tanto, las pérdidas substanciales de preñez, probablemente se presentan dentro de las dos primeras semanas después de la inseminación artificial (IA) **(PAUL *etal*, 2000)**.

La supervivencia del embrión, depende de una correcta sincronización entre el embrión y la madre. Para que la gestación se lleve a cabo, se debe establecer un dialogo muy estrecho entre el embrión en desarrollo y el ambiente materno. De esta forma, el embrión debe ejercer los mecanismos que eviten la regresión del cuerpo lúteo durante los días 15 y 17 pos-inseminación. Lo cual, el embrión lo consigue mediante la secreción del interferón tau (anteriormente llamada proteína trofoblástica bovina), donde la principal función de este interferón, es el bloquear la síntesis de prostaglandinas (PGF₂) **(HERNÁNDEZ *etal*, 2001b)**.

Aunque, también se ha propuesto, que uno de los factores que contribuyen en la falla de la concepción, es la incapacidad del embrión para evitar la regresión del cuerpo lúteo (CL) **(HERNÁNDEZ *etal*, 2001b)**.

En una investigación realizada en novillas lecheras, se evaluó el efecto del nitrógeno ureico en leche, y el riesgo de la afección a la primera inseminación, y posteriormente en la preñez. El efecto negativo del nitrógeno ureico en sangre o en leche en la fertilidad del ganado lechero, puede ser muy evidente. Los mecanismos que especifican este proceso, es que tiene un efecto negativo en el útero, durante el ciclo estral y la preñez temprana; este, daña a los gametos y como consecuencia afecta la sobrevivencia del embrión. En muchos estudios, se ha visto que concentraciones de nitrógeno ureico en leche, o en sangre, mayores de 19 mg/dl, están relacionados con la baja concepción **(MELÉNDEZ *etal*, 2000)**.

Sin embargo, en otras investigaciones realizadas en ovejas y en vacas, se ha demostrado, que las causas más comunes de pérdidas embrionarias, no solo son por causa del embrión, sino que también se presenta como consecuencia de una falla en el reconocimiento por parte de la madre. Lo cual, puede deberse a un retraso en el desarrollo embrionario, que resulta, en una asincronía en la emisión-recepción del interferón tau, o a un adelanto en la liberación de prostaglandina (PGF₂) por parte de la madre **(AKÉ *etal*, 2002)**.

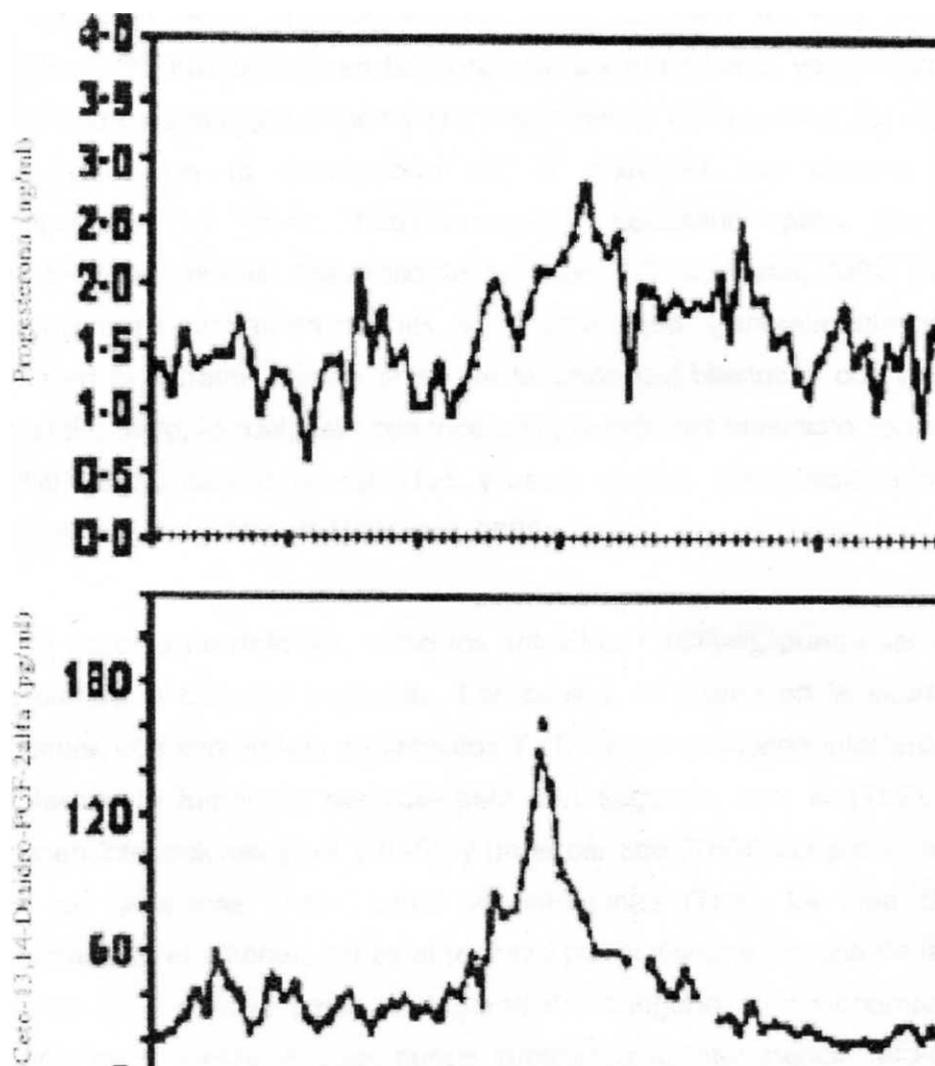


Figura. 3 Concentraciones de progesterona y 15-ceto-13, 14-dihidro PGF-2a en una oveja gestante durante el periodo de reconocimiento materno de la gestación. Los valores señalados con asteriscos indican la presentación de pulsos significativos del metabolito de prostaglandinas (HERNÁNDEZ *etal*, 1998c).

8.1. Influencia de la progesterona en el útero

Por otro lado, la progesterona (P4), también es una hormona estrechamente involucrada en la preñez de los mamíferos, ya que prepara al endometrio para la implantación y el mantenimiento de la preñez. Es una de las responsables de la disminución de la actividad del sistema inmune (principalmente a nivel fetoplacentario), necesario para permitir la sobrevivencia, y normal desarrollo del embrión (**CECILIA *etal*, 2002**). En otras investigaciones hechas en ratones, se observó, que generalmente ocurre un edema en el estroma uterino antes de la unión del blastocito con el estroma luminal del útero; lo cual, esto conduce a la posición del blastocito con la lamina epiteliafuterina para la receptividad, y estos efectos, son ocasionados por la progesterona (P4) (**TRANGUCH *etal*, 2006**).

El sistema de defensa, como los linfocitos T (CD-4), puede ser dividido, para cumplir 3 distintas funciones. Las cuales, se basan en la secreción de citoquinas, que son un tipo de linfocitos T (Th1) que producen interferón gama, y el factor de tumor de necrosis beta. Un segundo tipo, el (Th2), el cual producen interleukinas (IL-4 y IL-5), y un tercer tipo (ThO) que produce ambos, tanto las citoquinas (Th1), como las citoquinas (Th2). La idea de estas citoquinas con el embrión, no es el rechazo por el sistema inmune de la madre, sino que se producen para protegerse del antígeno de histocompatibilidad presente en la madre, el cual, puede interrumpir la interferencia feto-maternal (**PICCINNI *etal*, 2003**).

El juego de algunas hormonas encaminadas durante la preñez, en especial la progesterona (P4), es verdaderamente responsable del desarrollo de las citoquinas (Th1 y Th2). La producción de las interleukinas IL-4 e IL-5, promueven la producción del interferón gama por las células T; en adición, la leucemia, inhibe el factor de las interleukinas (LIF), que es esencial para la implantación del embrión, asociado con células Th2, que es regulado por IL-4 y la progesterona (P4) (**PICCINNI *etal*, 2003**).

En conclusión, la disminución en la producción de interleukinas, IL-4, por las células T, conducen al aborto recurrente. Así mismo, los resultados sugieren, que la producción local de citoquinas Th2, pueden contribuir para el mantenimiento de la preñez (**PICCINNI *etal*, 2003**).

En una investigación, echa en vacas para transferencia de embriones, donde el objetivo, fue evaluar los niveles de progesterona (P4) por el método del test de ELISA para la selección de receptoras para transferir embriones y observar la capacidad de sobrevivencia del embrión al momento de hacer la transferencia. Es bien sabido, que la sobrevivencia del embrión transferido, es mayor cuando las concentraciones plasmáticas de progesterona (P4) en el 7^o al 8^o día del ciclo son moderadas. Si bien, no se conocen con exactitud los niveles mínimos que aseguran la viabilidad embrionaria, pero, pueden considerarse, que adecuadas concentraciones de P4, entre los 2 y 5 ng/ml son aceptables. En ésta investigación, los porcentajes de preñez, fueron buenos, para aquellas receptoras, con niveles plasmáticos entre 1 y 5 ng/ml, y menos, para aquellas con concentraciones de 1 ng/ml respectivamente (**DE LUCA *etal*, 2000**).

Por otra parte, se ha observado, que la función de la progesterona para un buen mantenimiento de sobrevivencia del embrión, inicia desde antes de la ovulación. En una investigación, se observó, que una disminución de progesterona durante el desarrollo folicular preovulatorio, conduce hacia una persistencia folicular, reabsorción prematura de la meiosis y alta incidencia de muerte embrionaria entre las 2 y las 16 células que ocurren en esta fase. Por otro lado, una elevada concentración de prostaglandinas durante los días 4 al 9 del ciclo estral, no solo causan la luteólisis, sino que también, afecta directamente la transición o el cambio de mórula a blastocito (**INSKEEP *etal*, 2004**).

8.2. Otras causas que interfieren con la sobrevivencia del embrión

Así mismo, se ha observado, un efecto negativo sobre la viabilidad del embrión en los primeros días de desarrollo. Al mismo tiempo, se ha informado también, una reducción en la fertilidad del primer servicio; esto se ha dado, por un aumento de la producción de leche que ha ocurrido en los últimos 25 años, y se ha observado, que la disminución llega a ser de 0.5%-1% anual (**RENATO *etal*, 2005**).

Esto concuerda, con otros estudios realizados en verano, en este, se evaluaron 2 grupos de animales, donde la finalidad, fue evaluar la velocidad de fertilización y el desarrollo embrionario en ganado lechero en producción posparto y vacas secas (**SARTORI *etal*, 2002a**).

La fertilización, fue hecha con toros altamente fértiles, donde los embriones, fueron recolectados en el día 5 después de la inseminación. Para este experimento, se evaluaron dos grupos; uno, que fue formado por animales en producción, y el otro grupo, con vacas en periodo seco. Las pruebas se hicieron transfiriendo los embriones, y los resultados obtenidos fueron; que la capacidad de sobrevivencia de los embriones de las vacas en lactación, fueron detectablemente inferiores a los comparados con los de las vacas que no estaban en lactación. Y también se observó, una disminución alta de embriones no viables. En comparación con la velocidad de fertilización, se observó, que solo fue baja en el periodo de verano, donde aparentemente, estos efectos fueron por estrés calórico sobre el oocito (**SARTORI *etal*, 2002a**).

Estas observaciones de deficiencia de progesterona (P4), también concuerdan con datos encontrados en investigaciones hechas sobre el estrés calórico (**JORDAN *etal*, 2003**).

En una investigación se demostró, que los niveles de concentraciones de progesterona, se ven disminuidos por el efecto del estrés calórico, alterando la duración del estro, velocidad de concepción, funciones del útero, desarrollo del embrión temprano y crecimiento fetal (**JORDAN *etal*, 2003**).

Otras causas que disminuyen la sobrevivencia del embrión, se ha señalado que también ha influido el rápido progreso en la genética y el desarrollo en la industria lechera en el mundo, es que se ha incrementado el número de vacas y el aumento en la demanda de la producción de leche. Se encontró, que la demanda de producción en el siglo XXI es mayor, las vacas producen más leche. La producción de cada vaca depende de la habilidad de la producción láctea que se inicia en cada ciclo después del parto y renovado por la preñez. La creación, y modernización en la industria lechera, ha creado nuevos cambios, estos cambios, son encaminados hacia la baja en la fertilidad en el ganado, la causa en la disminución, son por una gran variedad de factores fisiológicos, y de desarrollo, que tienen efecto en la reproducción. A estos factores, se le ha relacionado, con el balance energético negativo en el que entran las vacas después del parto. Así mismo, con las enfermedades que se presentan en este periodo (cetosis, mastitis, retención de placenta, ovarios quísticos); estos efectos, afectan gravemente la fertilidad del ganado (**LUCY *etal*, 2001**).

La alta producción, tiene un efecto negativo que afecta la cantidad de oocitos y el desarrollo embrionario temprano. Se ha observado en el día 5 después de la ovulación. Este efecto es argumentado por el efecto de la temperatura, ocasionado por el estrés calórico de las vacas en lactación, disminuyendo la velocidad de fertilización del oocito durante el estrés calórico. Esto resulta, por una disminución de los espermatozoides en la zona pelúcida para la posterior fertilización del oocito (**SARTORI *etal*, 2002a**).

Los daños oxidativos que ocurren en las células invitro por la exposición a radicales libre generados por agentes exógenos (radiaciones, químicos, hipoxia) y procesos endógenos por el metabolismo de las células bajo condiciones extremas oxidativas, y que los procesos antioxidantes se vean comprometidos, las células se ven afectadas y pueden llegar a morir (**JOHN *etal*, 2003**).

Las reacciones oxidativas, están implicadas en la luteólisis y apoptosis. La superoxidación de radicales y peróxido de hidrogeno, son las reacciones primarias en las especies animales, formadas en las células esteroideogénicas por el oxígeno. Una apreciación en las cantidades del estrés oxidativo durante la luteólisis, es posiblemente producida por los macrófagos, con la consiguiente regresión del cuerpo lúteo (CL). El efecto tóxico de las sustancias, son disminuidas por las vitaminas antioxidantes (ácido ascórbico, tocoferol, enzimas, catalasas, superóxido de dismutasa (SOD), y glutatión peroxidasa, que estabilizan los radicales. La enzima superóxido de dismutasa, catalizan la conversión de superoxidación del peróxido de hidrogeno, el cual, es convertido a agua por la acción de la catalasa o la glutatión peroxidasa para formar estructuras aceptables de electrones (**JOHN *etal*, 2003**).

En los animales, cuando el embrión está en desarrollo, hay un mayor aporte de oxígeno y esto incrementa la producción de radicales libres, por lo que pueden ser dañados por las reacciones oxidativas. Esto se ha observado en cultivos in vitro y medios de cultivo, donde, el embrión que está en desarrollo, se ve afectado para pasar al estado de blastocito. Todos estos actos, son efectos que resultan en un retardo de desarrollo y que compromete la viabilidad del embrión llegando a morir (**OLSON *etal*, 2000**).

El ácido ascórbico (vitamina C), es el antioxidante liposoluble más importante para las células animales y contra los radicales libres *in vitro*. El ácido ascórbico, actúa sinérgicamente con la vitamina E para la regeneración de tocoferol. Los productos del tocoferol interactúan con los radicales libres. En estudios realizados en medios de cultivo en ratones, se observó, que la administración de vitamina E, incrementó el desarrollo y viabilidad de los embriones. También, se ha visto, que la administración de vitamina E en el alimento, o administraciones parenterales en vacas inseminadas, ha traído buenos resultados de sobrevivencia y viabilidad del embrión. Las pruebas, fueron realizadas *in vitro* (**OLSON *et al*, 2000**).

La vitamina C (ácido ascórbico), es un antioxidante multifactorial que es requerida para el cuerpo lúteo, y al mismo tiempo, estas concentraciones de vitamina C, son eficaces para el mantenimiento del cuerpo lúteo (CL). Se ha observado, que una disminución de la vitamina C, se asocia con la luteólisis del cuerpo lúteo (CL) (**RYAN *et al*, 2000**). Ya que los radicales libres, causan una peroxidación en el cuerpo lúteo (CL) y una disminución de los fluidos hacia la membrana. Hay mayor entrada de calcio y una desensibilización en los receptores para la hormona luteinizante. Por consiguiente, hay una baja en la esteroidogénesis y todos estos eventos, concluyen en la apoptosis y muerte celular programada. Esto se concluye, en que los radicales libres, son fundamentales en la inhibición de la luteólisis, y de cualquier forma, también inhibe o interfiere en las concentraciones de progesterona (P4), Y posteriormente, una menor debilidad y sobrevivencia del embrión (**OLSON *et al*, 2000**).

9. MORTALIDAD EMBRIONARIA CAUSADA POR DEFICIENCIAS DE PROGESTERONA

Datos observados en la disminución de la velocidad de concepción a primer servicio, demuestran, que son de aproximadamente un 65% en los años cincuentas, que para 1996 ya eran del 40% (**LUCY *et al*, 2001**).

Esto está basado en la literatura revisada y publicada en el *Journal of Dairy Science*, que confirman estas tendencias. Las publicaciones de los recientes artículos por el *Journal of Dairy Science* en busca de una rápida concepción del ganado, apenas se aproximan a un 45%, y aproximadamente a un 35% con programas de inseminación a tiempo fijo (IATF) **(LUCY *etal*, 2001)**.

Una causa potencial de pérdida de preñez en el ganado, es un fracaso en el desarrollo del embrión por no iniciar el proceso de reconocimiento de la preñez. El embrión, tiene la facultad de inhibir la secreción de prostaglandinas en el útero durante la fase del reconocimiento de la preñez por medio de secreciones constantes de progesterona por el cuerpo lúteo. Y así, evitar el fracaso del reconocimiento. La secreción o liberación de prostaglandinas en el útero, y el resultado de la regresión del cuerpo lúteo, terminan en la pérdida de la preñez. El fracaso en el reconocimiento de la preñez, y la regresión del cuerpo lúteo, ocurren por concentraciones bajas de progesterona en suero. La liberación de prostaglandinas en el útero es responsable de la estimulación de oxitocina, que esto ocurre, como consecuencia de niveles bajos de progesterona **(WAMSLEY *etal*, 2000)**.

Un entendimiento en el control del desarrollo del embrión y la producción del interferón tau, es un parámetro importante para determinar estrategias para así, disminuir la alta incidencia de muertes embrionarias tempranas que ocurren en el ganado, donde la progesterona, es la principal responsable de estos mecanismos **(MANN *etal*, 2001, WAMSLEY *etal*, 2000)**.

9.1. Influencia del efecto del incremento de la producción relacionado con la fertilidad

La producción de leche ha aumentado drásticamente en las últimas dos décadas, primeramente, fue en una visión por mejorar la genética del animal para una mayor producción, pero este cambio, al mismo tiempo tuvo que ser reforzado con un aumento en la alimentación. Se observó, que estos cambios, traían un problema en la eficiencia reproductiva de las vacas, lo cual, se ve bien marcado en la disminución en la eficiencia reproductiva causado por el progreso de la alta producción en el ganado **(SANGSRITAVONG *etal*, 2002b)**.

Los mecanismos que controlan la reproducción en el ganado basados de la nutrición en vacas posparto, son grandemente interesantes. En las vacas lecheras, aproximadamente el intervalos entre partos es de un año, y este periodo, es el óptimo para la curva máxima de lactación. La energía requerida para la formación del folículo, ovulación, formación del cuerpo lúteo y la preñez temprana, es muy poca, comparado con la alta demanda requerida por los vacas durante la lactación y la requerida para la el mantenimiento de la preñez. Se entiende, que las demandas de energía requeridas durante la preñez para el mantenimiento, son adecuadas con el consumo administrado, pero, la alta demanda de la producción de leche con que se cuenta en la actualidad sobrepasa estos requerimientos **(MATTHEW *etal*, 2002)**.

Estas, son notablemente múltiples razones para la disminución de la eficiencia reproductiva, incluyendo, diferencias en el desarrollo reproductivo y cambios en la fisiología de la lactación de las vacas. Una característica de la alta producción en el ganado lechero, es el complemento de una alta alimentación, esto es lo que complementa la alta producción de leche. Se observó, que estos procesos durante la preñez temprana, incrementa la alta incidencia de pérdida embrionaria **(SANGSRITAVONG *etal*, 2002b)**.

En ganado de carne, se observó, que un incremento en el consumo de materia seca después de la inseminación artificial (IA), disminuía la sobrevivencia del embrión. La disminución de la eficiencia reproductiva es alta por la nutrición, ya que altera la concentración de hormonas circulantes, la cual, tiene relación con el hígado, la alimentación y las concentraciones de progesterona (P4) en plasma; donde, el alto consumo de alimento, metaboliza más rápido la progesterona al aumentar el flujo de sangre por la vena porta hacia el hígado. Este proceso se ha visto en vacas, cerdos y cabras (**SANGSRITAVONG *etal*, 2002b**).

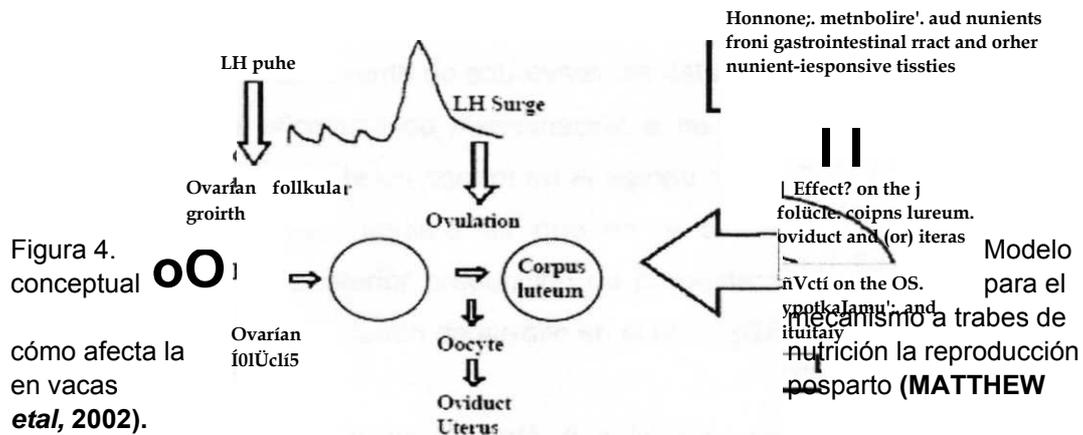
Por otro lado, también se ha encontrado, que el aumento de la proteína en la dieta de las vacas, interfiere en el desarrollo reproductivo del animal. Puede ser, que se obtenga alguna alteración en el medioambiente uterino por el consumo total de proteína, y así, se cause una alteración en cuanto a la fertilización, desarrollo del embrión e implantación al momento de inseminar los animales (**CHARLES *etal*, 2000**).

La elevada concentración de urea en leche y en sangre, proveniente de la degradación de la proteína dentro del organismo, influye en la disminución de la reproducción en las vacas lecheras. En estudios realizados con diferentes grupos de animales para medir el efecto antes mencionado, en grupos en los que fueron alimentados con dietas de 19 a 21 % de proteína cruda (PC), se observó, que con estas cantidades de proteína se veía comprometida la velocidad de concepción o la preñez. Las vacas alimentadas en los primeros 5 días posparto con dietas de 20 % de (PC), se determinó, que se incrementaban las concentraciones de urea en plasma, (10mg/100ml) y en la mucosa vaginal (8.2mg/100ml). En comparación, con las vacas que fueron alimentadas con dietas de 13% de (PC), donde, no se notó estas elevaciones de la urea. Estas concentraciones elevadas de urea, disminuyen el pH uterino; se cree, que la disminución va desde 0.1 unidades por cada 5mg/100ml que se incrementa en el útero (**CHARLES *etal*, 2000**).

Se concluye entonces, que estos cambios en el pH, se observaban, con dietas altas en proteína cruda, que iban desde 12 al 20% y que influían en el desarrollo del embrión en el útero, donde estos cambios, comprometían el proceso normal de la fertilidad en el ganado (**CHARLES *etal*, 2000**).

En muchas investigaciones se ha visto, que las cantidades altas de proteínas en la dieta durante la lactancia temprana de las vacas lecheras, resulta en un impacto negativo de la fertilidad en algunas, no en todas las vacas. Se ha reportado, que vacas, en la primera lactación, alimentadas con dietas mayores a 20% de proteína cruda (PC), experimentan un desorden en la salud reproductiva, con un alto número de espera en los días a la primera ovulación esperada. Y no se observó, en las vacas alimentadas con dietas de 13% de proteína cruda en la dieta (PC) (**BARTON *etal*, 1996, CHARLES *etal*, 2000**).

Se ha especulado, que las altas concentraciones de nitrógeno ureico en leche, tienen un efecto sinérgico negativo en el celo, o tiene un efecto negativo en los procesos fisiológicos normales. Uno de los mecanismos que explican, por que el exceso de la proteína en la dieta tiene un impacto negativo en la reproducción, es, por que la suministración de la energía se gasta en la dextoxicación del amoníaco (NH₃) en el hígado, y esto está dado, por las concentraciones de amoníaco y ácido láctico en la alimentación de las vacas con algunas dietas frescas y de baja humedad. Se concluye, que vacas alimentadas con altas concentraciones de nitrógeno ureico en leche, mayor a 16 mg/dl en los primeros 30 días después del primer servicio y durante los meses de verano, tiene un alto riesgo de no preñarse (**MELENDEZ *etal*, 2000**).



10. CAUSAS POSIBLES DE CONCENTRACIONES BAJAS DE PROGESTERONA DURANTE LA FASE LUTEA

Las concentraciones de progesterona (P4) en sangre, están determinadas por la velocidad de secreción, metabolismo y aclaración de la progesterona, tamaño del cuerpo lúteo (CL) o secreción de progesterona (P4) por el cuerpo lúteo (CL), lo cual, ha ido cambiando con el tiempo. Pocos estudios del peso del cuerpo lúteo (CL) en las vacas modernas en lactación, pueden ser completados. Con el pico de lactación de la vaca, se formó en promedio un peso del cuerpo lúteo (CL) de 3.7g, el cual, es bajo en comparación con otros cuerpos lúteos pesados en otros estudios en vacas en lactación, donde el peso fue de 5,1 g (**LUCY *etal, 2001***).

El cuerpo lúteo (CL) de vacas en lactación, se ha visto que es pequeño, pero no se sabe muy bien si esto tiene algún efecto en la cantidad de secreción de progesterona (P4). Por lo que el tamaño del cuerpo lúteo y la cantidad de secreción de progesterona (P4), es solo una parte de la determinación de las concentraciones de progesterona (P4) en sangre **(LUCY *etal*, 2001)**.

En una investigación, se corroboró lo contrario de lo antes mencionado, en donde, sí se observó, un efecto variable en el tamaño del cuerpo lúteo (CL), en relación con el mantenimiento de sobrevivencia del embrión. Se observó, que el incremento en la eficiencia de inseminación a tiempo fijo con los protocolos reproductivos, requiere de un control en el tiempo de ovulación. La producción de un embrión viable, requiere de que en la ovulación, se dé un oocito competente para la posterior producción de progesterona por el cuerpo lúteo (CL); y así se dé, un adecuado desarrollo en el útero **(GEORGE *etal*, 2005)**.

En esta investigación se observó, que folículos ovulados con un tamaño menor de 13 mm, tenían una disminución en la producción de progesterona, en comparación, con otros folículos observados en las otras vacas del grupo, las cuales, ovularon folículos más grandes. Las vacas lecheras, que se indujeron y dieron folículos pequeños de 11.5 mm, formaron cuerpos lúteos (CL) más pequeños y una secreción de progesterona (P4) más baja; en comparación, con las vacas que ovularon folículos grandes, con tamaño de 14.47mm, que secretaron más progesterona **(GEORGE *etal*, 2005)**.

Consecuentemente, las disminuciones de las concentraciones de progesterona después de la inducción de la ovulación de folículos pequeños, resultó, en una disminución, de las células de la granulosa presentes en el folículo después de la ovulación, resultando, en una disminución, en las células luteales grandes en el cuerpo lúteo (CL) **(GEORGE *etal*, 2005)**.

Lo anterior concuerda con otras revisiones, donde se encontró, que en cada ciclo estral, hay de dos a tres oleadas foliculares y que en cada una de estas se establece un folículo dominante, que en días, sufren la atresia para dar paso a una nueva oleada folicular. Mas sin embargo, esto no pasaría si la presencia de los folículos dominantes se encuentra en los días en que ocurre la regresión del cuerpo lúteo (CL); en este caso, no se atresian y continúan su desarrollo hasta ovular. Pero, todos estos procesos tienen una consecuencia, cuando en el organismo en la fase lútea, hay concentraciones de progesterona (P4) bajas, en comparación con las normales, se produce la persistencia de folículos dominantes. Los cual, en lugar de sufrir atresia para dar paso a la siguiente oleada folicular, permanece en el ovario durante muchos días; por lo que al producirse la luteólisis continúa su desarrollo, lo que resultará, en la ovulación de un folículo viejo. Por lo tanto, si estos óvulos llegan a ser fecundados, se convierten en embriones anormales, que mueren durante los primeros días de su vida. Todo lo anterior esta dado, por concentraciones de estrógenos asociado con la persistencia de folículos persistentes **(ZARCO *etal*, 2000)**.

10.1. Presencia de cuerpos lúteos cavitarios

En diversos estudios de ultrasonografía de ovarios realizados en bovinos, se ha observado, que más del 50 % de los cuerpos lúteos, tienen una cavidad central, y que esta, interfiere en la secreción de progesterona. Esta cavidad, contiene líquido e independientemente del tamaño, no afecta la secreción de progesterona, ni se asocia con la fertilidad. El tamaño de la cavidad es variable, y puede disminuir conforme avanzan los días del ciclo, llegando a desaparecer en algunos casos al final de este. En esta revisión, se determinó, que el efecto de la frecuencia de cuerpos lúteos cavitarios (CLC) sobre el porcentaje de concepción y supervivencia embrionaria, no tienen ningún efecto sobre la producción de progesterona y supervivencia del embrión **(HERNÁNDEZ *etal*, 2003a)**.

10.2. Estación o época del año

La exposición de las vacas a temperaturas ambientales elevadas durante el verano, resulta en periodos transitorios de infertilidad y con mayores días abiertos. En comparación, con otras épocas del año, en la cual este periodo transitorio de infertilidad, resulta de pérdidas económicas. La funcionalidad del cuerpo lúteo (CL), es requerida para el mantenimiento de la preñez. Investigaciones, han hipotetizado, que las condiciones de hipertermia, durante el verano, pueden alterar la función lútea directa o indirectamente. En esta investigación, el crecimiento y función del cuerpo lúteo, fue monitoreado diariamente durante toda la fase del ciclo estral, al igual, que la medición de progesterona en suero. Para medir la capacidad de maduración o formación del cuerpo lúteo en vacas lecheras que estaban lactando durante primavera y verano. Se demostró, que en verano, durante la fase lútea, este se ve mas afectado y al mismo tiempo, también las concentraciones de progesteronas son bajas. Esto se observó más, en la época de verano, por el efecto del estrés calórico, donde la baja funcionalidad del cuerpo lúteo contribuyo con la baja fertilidad (**HOWELL *etal*, 1994**).

11. BIOTECNOLOGÍAS PARA UNA MAYOR SOBREVIVENCIA EN ETAPAS TEMPRANAS DEL EMBRION.

También se ha visto, que el oxido nítrico contribuye durante la preñez al ejercer un efecto de vasodilatación sistémico, regulando el fluido de sangre uterino y fetoplacentario. Al mismo tiempo, también es involucrado días anteriores al parto. Donde, se ha observado, un aumento de la síntesis y actividad del oxido nítrico en el endotelio vascular de la arteria uterina durante la preñez en cabras (**SLADE *etal*, 1997**).

Esto mismo se confirmó con lo observado en otra investigación durante la preñez, en comparación con animales no preñados. Se observó, que en el endotelio de la arteria uterina se incrementa notablemente la producción de óxido nítrico, así como las prostaciclinas; las cuales, distinguen las señales intracelulares estableciendo un sistema de cultivo celular en el endotelio de la arteria uterina a través de los mRNAs, que codifica una proteína esencial para el factor de crecimiento de insulina (**JACQUELINE *etal*, 2000**).

11.1. Utilización de GnRH

En un estudio, fue evaluada la utilización de GnRH para la sobrevivencia del embrión durante la etapa del reconocimiento materno de la preñez. La cual, fue aplicada en los días 4 y 9 pos inseminación: para esto, se confirmó la ovulación con la detección del cuerpo lúteo (CL) en el día 5 pos-ovulación, y al mismo tiempo la fertilización. La gestación fue monitoreada por el desarrollo del cuerpo lúteo (CL), cambios estructurales de los cuernos uterinos y presencia de la vesícula embrionaria en los días 12, 18, 25 y 30 pos-ovulación. Todos estos datos fueron monitoreados por ecografía transrectal. En esta investigación se concluyó, que al administrar GnRH en el día 5 post-servicio, tiene un efecto benéfico sobre la viabilidad de la fertilización y supervivencia embrionaria, el cual, estimula la hipófisis para la liberación de LH, y ésta a su vez, ejercería un efecto luteotrófico en el cuerpo lúteo para una mayor secreción de progesterona (P4) (**MARILUZ *etal*, 2003**).

Mas sin embargo, en otro estudio, se encontró, que la presencia de estrógenos en estos días que son críticos del 4 al 9, tienen un efecto negativo, sobre la sobrevivencia embrionaria, la cual, está fundamentada, por efecto de las siguientes oleadas foliculares en estos días señalados, donde, este causa un efecto negativo del estradiol sobre el desarrollo del cuerpo lúteo en este periodo (**YSAAC *etal*, 2003**).

Así mismo, estas teorías, concuerdan con las observadas en otras publicaciones. Donde se observó, que la administración de GnRH para provocar la ovulación, disminuía la velocidad de preñez e incrementaba la mortalidad embrionaria. Y observaron, que esta disminución de la fertilidad, estaba correlacionada o asociado, con una disminución de las concentraciones de estradiol en el día de la inseminación, Esta disminución de estrógenos, incrementa las concentraciones de progesterona (P4) después de la inseminación y posteriormente disminuían las concentraciones de la progesterona (P4). También, porque la aplicación de GnRH, induce la ovulación de folículos inmaduros, y con esto, induce un efecto negativo en la formación del cuerpo lúteo, velocidad de preñez y sobrevivencia del embrión (**GEORGE *etal*, 2005**).

11.2. Utilización de estrógenos

Otra de las posibles estrategias para disminuir la pérdida embrionaria, es la administración de estrógenos. Este efecto, fue estudiado en alpacas, y se observó, que el estradiol tiene un efecto positivo en el periodo de reconocimiento de la gestación en el día (9-11 pos-ovulación). Los resultados realizados en esta investigación, indican que las fallas en el reconocimiento materno de la preñez y subsecuentemente la tasa de mortalidad embrionaria, fueron reducidas por el efecto del estradiol. Se sugirió, que el estradiol juega un papel importante en el proceso del reconocimiento materno de la preñez en alpacas. Estos resultados indicarían un mecanismo similar al que se produce en el caso de los cerdos para el reconocimiento maternal de la preñez. Donde, el estradiol bloquea el efecto luteolítico de la prostaglandina PF2, para así, asegurar el mantenimiento del cuerpo lúteo y la preñez (**YSAAC *etal*, 2003**).

11.3. Administración de progesterona

La suplementación de progesterona (P4) es muy comúnmente usada en la ginecología equina. Tras las insuficiencias de esta hormona, probablemente, esto sea una frustración en las clínicas de las diferentes especies, debido al fracaso en la concepción para llevar las gestaciones a término. Ciertamente, el uso exógeno de progesterona en animales preñados está muy ampliamente difundido, y la administración está basada solo en animales preñados con deficiencia de progesterona (P4). El uso de esta hormona se ha observado solo en algunas especies como bovinos, equinos y ovinos (**METER *etal*, 2006**).

En un estudio realizado en ratones, se observó, que la administración exógena de progesterona (P4), tiene un efecto positivo en los tejidos uterinos, activando receptores para progesterona (P4). La cual, al mismo tiempo, potencializa la actividad de las inmunofilinas, que son responsables para una mejor respuesta inmunitaria del embrión y una mayor sobrevivencia de este (**TRANGUCH *etal*, 2006**).

Estos comentarios, se basan en pruebas realizadas en un estudio. En el cual, se observó, que el desarrollo de folículos durante los días 12 y 14 posinseminación, influía en una menor sobrevivencia de los embriones. Se demostró, que administrando progesterona natural ó sintéticos de esta, se veía, una mayor sobrevivencia de los embriones (**INSKEEP *etal*, 2004**).

11.4. Utilización de ácidos grasos omega 3

Se ha reportado, que los ácidos grasos omega 3, alteran las biosíntesis de prostaglandinas en las células endometriales. Los ácidos grasos, son ricos en omega 3 y estos ácidos grasos pueden ser incorporados al endometrio uterino, donde inhiben la oxitócica y así se disminuye la síntesis de prostaglandinas en el útero en el ganado lechero (**THATCHER *etal*, 2000**).

Pero esto aún no está bien demostrado, los ácidos Grasos Omega 3, son capaces de disminuir la secreción de Prostaglandinas (PGF2a). Al administrar harina de pescado, en la que el 8% de la materia seca, es aceite que contiene dos ácidos grasos polinsaturados de la familia n-3, que son, el eicosapentaenoico y el Dicosahexaenoico. Esto, incrementó la fertilidad de las vacas lactantes (**THATCHER *etal*, 2000**).

En una investigación, se alimentó a 82 vacas de carne primíparas y lactantes, con una dieta a base de ensilaje de maíz, la cual, contenía 5% de harina de pescado y 8.7% de gluten de maíz (en base seca). La suplementación, fue iniciada 25 días antes de la temporada de empadre y se continuó por los 90 días posteriores al empadre. Las vacas que recibieron inseminación artificial y en las cuales, se diagnosticó preñez, entre 25 y 30 días post-servicio con ultrasonido. Se concluyó, que la concepción a primer servicio, fue más alta en las vacas que recibían la harina de pescado, con un porcentaje de 75.6% contra un 61.5% de las que no lo recibieron (**THATCHER *etal*, 2000**).

11.5. Utilización de somatotropina bovina (bst)

La inyección de somatotropina bovina (BST) (500mg), simultáneamente, con la primera inyección de GnRH ó bien al momento de la inseminación, mejoran las tasas de preñez. La somatotropina (BST), estimula el desarrollo y la sobrevivencia embrionaria después de la inseminación en las vacas en producción. Un estudio en México ha reportado, que en vacas identificadas, con tres ó más servicios previos, la administración de BST en el celo y a los 10 días de la inseminación mejoraron las tasas de preñez. Varios estudios demostraron, que la somatotropina (BST) estimula la maduración *in vitro* de oocitos bovinos y el desarrollo embrionario. Más aún, se observó, que la administración de (BST) en el momento de la inseminación de vacas donadoras superovuladas, redujo el número de óvulos no fertilizados e incrementó el porcentaje de embriones transferibles; y estimuló, el desarrollo embrionario hasta el estadio de blastocito (**THATCHER *etal*, 2000**).

Además, la somatotropina BST influyó tanto en el desarrollo embrionario como en las receptoras para mejorar las tasas de preñez. Luego de la transferencia embrionaria, tanto la somatotropina BST como el IGF-1 (Factor de crecimiento similar a Insulina), estimularon el desarrollo embrionario invitro. Estudios recientes, indican que el efecto benéfico de la somatotropina (BST), seguramente está limitado a las vacas en producción. En comparación con las vacas secas, ya que las diferencias metabólicas y fisiológicas entre esos dos parece que hacen a las vacas lactantes más sensibles y con mayor respuesta al IGF-1 (Factor de crecimiento similar a Insulina) para mejorar el desarrollo y sobrevivencia embrionaria (**THATCHER *etal*, 2000**). Se ha visto también, que la somatotropina exógena, también interactúa con la cascada de las prostaglandinas (PGF2a) para no ser secretadas y así impedir la lisis del cuerpo lúteo (CL) (**BALAGUER *etal*, 2005**).

En el ganado, la utilización de la hormona de crecimiento (GH), tiene una función muy importante en la función del cuerpo lúteo (CL). Se ha visto, que la administración de la hormona en el ganado en lactación, incrementa el crecimiento del cuerpo lúteo (CL) y al mismo tiempo, también las concentraciones de progesterona (P4) en plasma. Los receptores para esta hormona, están localizados en el cuerpo lúteo (CL) de los bovinos, específicamente en las células lúteas grandes, ya que las células lúteas pequeñas, no contienen receptores para esta hormona (**YUAN *etal*, 1996**).

Esto concuerda, con otra investigación realizada en ovejas. Pero además, aquí también se demostró, que la administración de esta hormona incrementaba los genes de expresión de la 3-hidroxyesteroide deshidrogenasa, y cambios en las enzimas del citocromo P450. Se determinó, que la administración de la hormona de crecimiento (GH) invitro, incrementan la síntesis del (IGF-I) (Factor de crecimiento similar a Insulina), aumentando la secreción de progesterona (P4) por el cuerpo lúteo (CL) (**JUENGEL *etal*, 1994**).

11.6. Inducción de Cuerpos Lúteos accesorios con gonadotropina coriónica (HCG)

La oportunidad de regular la función ovárica después de la inseminación para mejorar la tasa de preñez, es una estrategia adicional de manejo de producción. La habilidad de inducir la ovulación en el folículo sano de la primera onda folicular en el día 5^o del ciclo (después de la inseminación), da como resultado, la alteración de dos estados endocrinos. La administración de Gonadotropina Coriónica (HCG), induce la ovulación con la consecuente formación de cuerpos lúteos funcionales. La mayor parte del incremento en la progesterona (P4) plasmática luego de la aplicación de (HCG), se debió, a los cuerpos lúteos accesorios (**THATCHER *etal*, 2000**).

En un estudio se observó, que el tamaño del cuerpo lúteo (CL), la producción invitro de progesterona (P4) y las concentraciones plasmáticas de progesterona (P4), son mayores con los cuerpos lúteos accesorios o formados al ser inducidos por la gonadotropina coriónica (HCG), que con los inducidos por GnRH. El desarrollo del embrión, está relacionado con concentraciones más altas de progesterona (P4) y con la habilidad del mismo para generar Interferón tau (IFN-1). Por ende, la inducción de cuerpos lúteos accesorios por medio de gonadotropina coriónica (HCG) y el consecuente incremento de progesterona (P4) mejorarán la sobrevivencia embrionaria (**THATCHER *etal*, 2000**).

11.7. Utilización de ácidos grasos saponificados o sales calcicas

Los ácidos grasos saponificados o sales aniónicas, proporcionan un método para incrementar la densidad energética como suplemento. La inclusión de grasas protegidas en la dieta interfieren de manera positiva en los parámetros reproductivos. No se conoce bien el mecanismo por el cual estos ácidos actúan, pero su consumo promueve un retorno rápido del balance energético negativo y por ende, acelera el reinicio de la actividad ovárica (**EUGENIO *etal*, 2003**).

El ácido linolénico es el ácido presente en dicha grasa, la cual, mejora el reclutamiento folicular y las tasas de concepción. A través de esto, es probable, que se estimule el transporte del colesterol lipoprotéico y se incrementen las concentraciones plasmáticas de colesterol de las lipoproteínas de baja y de alta densidad, las cuales, sirven como precursores de la síntesis de progesterona (P4) en las células lúteas ováricas. Ya que tanto las lipoproteínas de baja y de alta densidad, tienen similar capacidad para la síntesis de progesterona (P4). De tal manera, se observó en otra investigación, que las células de la granulosa de vaquillas que recibieron dietas altas en grasa, tuvieron más pregnenolona y progesterona (P4) y con esto una mayor actividad lútea (**EUGENIO *etal*, 2003**).

La búsqueda de los laboratorios en la actualidad, es enfocada particularmente en el tema de la comunicación celular neuroendocrina, que controlan la hormona luteinizante (LH) en la eminencia media. Donde, la pituitaria, es la encargada de controlar la reproducción de los animales y los humanos. El cual, es el centro regulador de las funciones reproductivas, regulando los pulsos de esta, donde, las prostaglandinas (PGF2a) pueden estar implicadas como un intermediario en la regulación de los pulsos. En un estudio, se aisló el hipotálamo de una rata y en un cultivo tratado con aspirina, se evaluó la capacidad de perfusión de la hormona. La primera acción, con esta medicación, es que a través de la inhibición del ácido araquidónico, se inhibe la ciclooxigenasa para la formación de prostaglandinas (PGF2a). Se observó, que las infusiones de aspirina, resultaron en una disminución de la hormona luteinizante. Estos, son resultados preliminares que sugieren, que las prostaglandinas (PGF2a) tienen una acción en la regulación de la hormona. Esto puede ser una implicación a futuro para la reproducción, aunque también, el uso de este medicamento puede no ser usado (**D NEFF *etal*, 2000**).

12. FORMAS DE MEDIR PROGESTERONA

Desde el punto de vista económico, resulta muy interesante conocer el estado reproductivo de los animales de una explotación en el menor tiempo posible tras la inseminación artificial. Con el objetivo de planificar el trabajo o en caso de que el diagnóstico de gestación sea negativo, solucionar el problema cuanto antes, ya sea, adelantando la siguiente inseminación o instaurando al animal a alguno de los protocolos reproductivos con que se esté trabajando (**FIDELINA *etal*, 2005**).

En la literatura pueden encontrarse numerosos trabajos en los que se valora la eficacia de la determinación de progesterona (P4) para el diagnóstico de gestación entre los días 19 y 24, realizadas tanto en muestras de suero o plasma sanguíneas, como en leche. Hoy en día, la determinación de progesterona (P4), apenas se utiliza, debido por un lado, a que su comercialización es muy deficiente, y por otro, a su elevado precio (**FIDELINA *etal*, 2005**).

Entre las ventajas que ofrece esta técnica, se encuentra la predicción de estro, confirmación de no-gestación de manera precoz y control de la fertilidad del rebaño; diagnosticando algunas patologías reproductivas con la consecuente instauración rápida del tratamiento más indicado. Aunque algunos autores afirman, que su empleo no mejora los resultados diagnósticos conseguidos por palpación rectal (**FIDELINA *etal*, 2005**).

La reanudación temprana de la actividad ovárica normal, está acompañada por la visión de los signos de estro, que es esencial para los intervalos óptimos entre partos de 365 días. El anestro posparto, se define como la falta del estro durante los primeros 60 días posparto, que es el principal factor que causa la prolongación entre estos intervalos y como consecuencia las pérdidas económicas sustanciales (**SLAWOMIR *etal*, 2002**).

También se ha mencionado, que hay una estrecha relación, en la producción de progesterona (P4) y el sexo del futuro becerro, siendo mayores las concentraciones en caso de los machos. Aunque, otros autores mencionan, que no existe correlación entre estos dos parámetros (**SLAWOMIR *etal*, 2000**).

12.1. Progesterona en leche

Se cree que la prueba de leche se prefiera mas en algunas partes, sobre todo, por que las concentraciones de esta hormona son mayores en leche que en suero (**HAFEZ *etal*, 2002**). Para determinar progesterona (P4), se realiza, usando la duplicación de anticuerpos a través de radioinmunoensayo para progesterona (P4). Los anticuerpos que produce la progesterona (P4) contra un conjugado de hemisuccinato, son los usados en la prueba, tiene una reacción cruzada con los anticuerpos de 18 esteroides, donde, únicamente la 5-hidroxyprogesterona, tiene una reacción significativa (**FOOTE *etal*, 1999**). También, las concentraciones de progesterona (P4) pueden ser medidas en plasma, por medio de radioinmunoensayo (**SLAWOMIR *etal*, 2002**). El cuerpo lúteo (CL) empieza a incrementarse desde el día 3 hasta el día 12 del ciclo. Las concentraciones de progesterona (P4) en sangre y leche, son totalmente bajas en los días 1 al 3 del ciclo y posteriormente se incrementan del día 4 al 12 del ciclo (después del desarrollo del cuerpo lúteo) y es constante hasta los días 16 a 18, y termina 2 a 3 días antes del estro (**PIERRE *etal*, 2000**).

El uso de progesterona (P4) en leche, también se ha usado para determinar la presencia de detección de estro en vacas. Los niveles de progesterona (P4) en la vaca, son un excelente indicador de la actividad ovárica. Una vaca puede tener altas concentraciones de progesterona (P4) en leche y es probablemente por un cuerpo lúteo y no por qué la vaca está en estro (**RHODES *etal*, 2000**, **SIMERSKY *etal*, 2007**).

Las primeras limitaciones para determinar el estro midiendo las concentraciones de progesterona, es que es una prueba no muy recomendada para este mecanismo, esto puede ser como una segunda opción para determinar las vacas en estro, pero esto es costoso. Por otro lado, el uso más común de presencia de progesterona (P4) en leche es para la determinación de vacas preñadas en la etapa de gestación temprana (**RHODES *etal*, 2000, SIMERSKY *etal*, 2007**).

Comúnmente, la progesterona (P4) es determinada en los días 21 o 23 después de la inseminación. Aunque, muchas vacas que no son inseminadas y las que son inseminadas, se observan con signos de estro, pero muchas otras no. Vacas que están preñadas en los días 21 o 23, pueden tener altos niveles de progesterona (P4) en leche y esto indicaría, una inseminación exitosa. Lo contrario nos indicaría vacas vacías, si se encuentran animales con concentraciones bajas de progesterona (**RHODES *etal*, 2000, SIMERSKY *etal*, 2007**).

La progesterona (P4), es una hormona referida específicamente a la preñez y la prueba está basada, exclusivamente a los cambios que suceden en las vacas gestantes. La presencia de esta hormona se eleva durante la mitad del ciclo reproductivo y durante todo el periodo de gestación. Los altos niveles de esta, se producen desde el ovario y por la presencia de un cuerpo lúteo activo. Se ha encontrado en algunos estudios, que niveles altos de progesterona (P4) en los días antes mencionados, las probabilidades de que la vaca esté preñada, es de un 80%. Esto depende de muchas causas que influyen en la determinación de la gestación (**BRENT *etal*, 2005**).

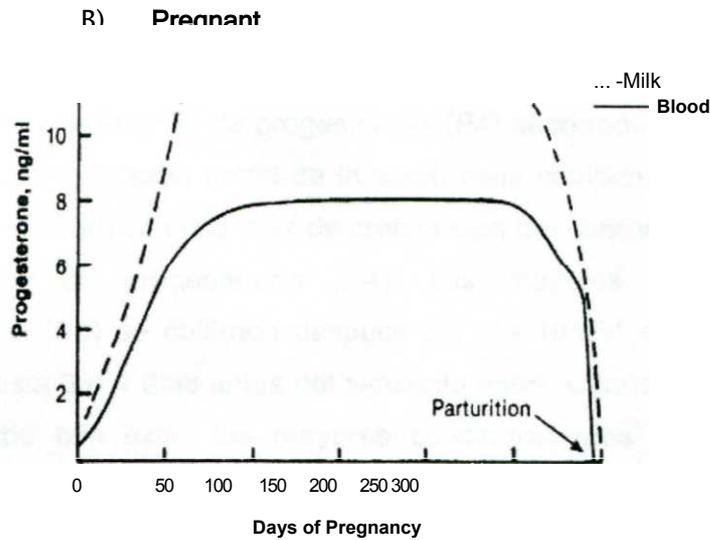


Figura. 5. Concentraciones de progesterona en sangre y leche de una vaca preñada desde la inseminación hasta el parto (**RHODES et, al 2000**).

El uso de la forma de medir progesterona (P4) en leche, es una manera de prevenir errores significantes en el proceso de la inseminación, lo cual, reduce el número de servicios por concepción y esto reduce los costos de la inseminación. Mas sin embargo, el monitoreo del retorno a la ciclicidad de las vacas, mejora la eficiencia del desarrollo reproductivo y se justifica el uso económico de la prueba (**COMIN etal, 2005**).

El monitoreo de la progesterona en leche o en plasma, puede ser una ventaja de un método simple para la prueba, pero está asociado con problemas severos, con respecto a la conservación de la prueba y la presencias del contenido de grasa que la muestra de leche contenga. Se recomienda, usar un conservador a la muestra de leche, pero estos conservadores no están disponibles. Se ha observado, que en leche con mayor presencia de grasa, aumentan las concentraciones de progesterona (P4). Aunque también se sugiere, que las concentraciones de progesterona (P4) en leche, es independiente de la leche entera o leche con mayor grasa (**COMIN etal, 2005**).

Para reducir los posibles errores causados por la variación de grasa en la leche, la progesterona (P4) se mide en diferentes muestras de leche para una mayor exactitud **(COMIN *etal*, 2005)**.

Las concentraciones de progesterona (P4) secretadas por el cuerpo lúteo, cambian durante el ciclo estral de la vaca, esos cambios son mínimos en los días del estro, pero con dos días de crecimiento del cuerpo lúteo se incrementa la secreción de progesterona (P4). Las mayores concentraciones de progesterona (P4) se obtienen después del día 10 del estro y se mantienen estables hasta 3 o 4 días antes del siguiente estro. Cuando la inseminación se lleva a cabo con éxito, las mayores concentraciones de progesterona se obtienen a los días 18 y 21 y esto indicaría una preñez exitosa **(SIMERSKY *etal*, 2007, PIERRE *etal*, 2000)**.

12.2. Determinación de progesterona en plasma.

Hasta la fecha, la medición de la progesterona (P4) ha sido el método más ampliamente usado para detectar la preñez en especies domesticas. Aunque no es específica de tal estado, la progesterona (P4) puede utilizarse como prueba de preñez, debido, a que el cuerpo lúteo, persiste durante toda la etapa temprana de la gestación y continúa hasta el término de la gestación. Las concentraciones de progesterona (P4) se miden en sangre, pero también se puede hacer en leche. Normalmente, las muestras se toman durante 21 días después de la inseminación (22-24 días), donde, en este periodo los niveles son bajos en las hembras no preñadas y altos en las preñadas **(HAFEZ *etal*, 2002)**.

Las bajas concentraciones de la curva de progesterona (P4) en plasma y las características foliculares en vacas lecheras lactantes, han sido muy estudiadas. La disminución en esta curva, esta dado por la aplicación de prostaglandinas en el día 3 o 4 después del ciclo estral, También, una disminución en esta curva, está dada por una regresión del cuerpo lúteo **(BRENT *etal*, 200)**.

Las vacas con concentraciones plasmáticas bajas de progesterona (P4) durante la fase lútea y después de la inseminación artificial, se ha visto, que la fertilidad de estas vacas es muy baja, en comparación, con vacas que tiene niveles altos de progesterona (P4) plasmática. Esta hormona, es secretada al plasma por la presencia del cuerpo lúteo (CL), así, al haber niveles inferiores de esta hormona se altera la viabilidad del oocito. Para la obtención de estas muestras se toma sangre de la vena yugular con tubos vacutainer **(BRENT *etal*, 2000)**.

13. METODOS PARA CONFIRMAR LA PREÑEZ

A través de la mejoría que se ha venido dando por evitar el fracaso de la preñez, la cual se observa en mayor proporción durante el periodo embrionario, es decir, en el inicio y desarrollo de la implantación. Las pérdidas de gestación en los periodos más avanzados, (período fetal), son de menor proporción, reportándose un 5% de forma natural. De cualquier manera, el factor de muerte fetal, es una causa sustancialmente de pérdidas económicas. De cualquier modo, la examinación para la muerte fetal durante la gestación no es realizada rutinariamente en los animales domésticos, y las curvas de referencia para el crecimiento fetal normal, de cualquier forma son escasas. La viabilidad o la muerte fetal, pueden ser evaluadas por parámetros como detección de hormonas, métodos químicos, ultrasonido, entre otros **(JONKER *etal*, 2004)**.

13.1. Palpación rectal

La palpación rectal es el método más común de diagnóstico de preñez en el ganado, se han usado varios estudios en diagnóstico de preñez basados en examen rectal para establecer una tasa de concepción. De la cual, se pueda determinar la tasa de pérdida de preñez. La pérdida de preñez, es aproximadamente del 10%, con mayores pérdidas en vacas en lactación, comparado con las vaquillas, que es menor **(PAÚL *etal*, 2000b)**.

Además, el riesgo de pérdida de preñez fue cuatro veces mayor durante el primer trimestre, comparado con el segundo y tercer trimestre de gestación (**PAUL *etal*, 2000b**).

El objetivo del diagnóstico de gestación, se hace con la finalidad de disminuir los días abiertos en la industria del ganado lechero. Y se basa, en la detección de los cambios que ocurren en el útero. Como son, la fluctuación de los fluidos, que se encuentran dentro del cuerno gestante, palpación de la vesícula amniótica, que puede ser detectada desde el día 30 de gestación posinseminación, asimetría de los cuernos uterinos. Todas estas estructuras palpables, son característico de una gestación (**LABERNIA *etal*, 1996**).

13.2. Ultrasonografía

El uso del ultrasonido fue desarrollado para empezar a utilizarse en los animales domésticos en los años de 1980 (**BRENT *etal*, 2005**). Durante la vida fetal, la evaluación de la gestación por ultrasonografía puede ser hecha por vía trans-rectal durante el periodo de los primeros 3 meses de gestación. La prueba trans-abdominal para diagnosticar la gestación en bovinos y equinos no es muy común. A diferencia, de lo que se hace en pequeñas especies, que es la técnica más usualmente empleada (**JONKER *etal*, 2004**).

La ventaja entre la palpación rectal y el uso de la ultrasonografía para el diagnóstico de la preñez temprana, es que para diagnosticar la presencia del embrión tempranamente, se corre mayor riesgo de inducir la muerte del embrión con la palpación rectal, por la mayor manipulación que se hace con este método. En comparación con el ultrasonido, que es marcadamente mejor, para detectar el embrión, donde la detección se puede hacer, en los días 19 y 24 de gestación (**BEAL *etal*, 2000**).

Por otra parte, se cree, es la mejor aplicación de la ultrasonografía, por que sirve para identificar vacas que no estén preñadas lo más rápido posible y así, disminuir los días abiertos y la menor pérdida económica **(BEAL *etal*, 2000)**.

13.3. Factor Temprano de Concepción (Early Conception Factor- ECF)

Recientemente una nueva prueba de preñez temprana ha estado disponible para uso en ganadería, que es la prueba de detección del de Factor Precoz de Concepción *por sus siglas en inglés* (ECF). La cual, detecta una glicoproteína que está asociada a la preñez dentro de las 48 hrs siguientes a la concepción. El factor precoz de preñez (ECF), fue identificado por primera vez en ratonas preñadas y más tarde en ovejas y ganado. Dos estudios, han comparado los resultados de la prueba del factor (ECF), realizada entre los días 3 a 7 y 11 a 15 días después de la inseminación artificial y posteriormente con diagnóstico de preñez, usando palpación rectal y ultrasonido en un rango de 25 a 60 días post inseminación. Se observó, que la tasa de fertilización, después de la inseminación artificial en vacas de carne, es 90%. Mientras, que la tasa de supervivencia embrionaria, es del 93% a los 8 días y apenas el 56% a los 12 días post inseminación. De la misma manera, solo, el 48% de los embriones recuperados de vacas lecheras el día 7 después de la inseminación, fueron clasificados como normales; es decir, una substancial pérdida embrionaria ocurre fácilmente antes de establecerse el diagnóstico, ya sea, usando palpación rectal o ultrasonografía transrectal en estos estudios. Mas sin embargo, los resultados obtenidos en este experimento, muestran que la prueba del factor precoz de preñez ECF en su forma actual, no es un método confiable para determinar el estado de preñez en el día 6 después del estro en el ganado; porque aún, en esta fase y en fases posteriores, daría falsos positivos. Esto está dado por el conocimiento que se tiene hasta la fecha de todas las alteraciones por las que pasa el embrión para la sobrevivencia y para que se llegue a dar una gestación eficiente **(PAUL *etal*, 2000)**.

13.4. Variaciones hematológicas

Los parámetros hematológicos constituyen un examen que permite conocer desórdenes en la salud y deficiencias nutricionales. Los valores normales, están influenciados por el estado fisiológico del animal, entre otras variable. En una investigación, se analizaron las variaciones del perfil hematológico durante los estados fisiológicos de gestación y lactación en vacas lecheras. Donde se demostró, que la serie eritrocitaria, eran mayores en el período de gestación, en comparación al de lactación. Al mismo tiempo, también se observó, un incremento en el porcentaje de eosinófilos durante la gestación y lactación respectivamente. Se observó, que esto puede ser atribuido a un fenómeno alérgico de sensibilización a la propia leche. De esta manera, se pueden tomar muestras hematológicas como otra alternativa para el diagnostico de gestación; aunque esta sería muy relativa **(ROLDAN *etal*, 2006}**

CONCLUSIONES

En esta revisión, se concluye, que, con el paso del tiempo y la insistencia por incrementar la producción de leche en el ganado, se han manifestado, otras repercusiones que han afectado la capacidad reproductiva de los animales, disminuyendo la fertilidad, las cuales, son cusadas, por los efectos antes mencionados en esta revisión.

La mayoría de información consultada, indican, qué, las concentraciones de progesterona plasmáticas en el organismo, disminuyen mas rápidamente, como consecuencia de la alta demanda del metabolismo de la progesterona por el hígado.

También, la mayoría de información revisada, indican, que estos efectos se observan mas en las vacas altas productoras, donde, las investigaciones dan a conocer, qué, concentraciones plasmáticas de progesterona, por debajo de 5ng/dl, traen como consecuencia, repercusiones en la sobrevivencia y viabilidad del embrión en el ganado, disminuyendo así la fertilidad.

Con el paso del tiempo, y con la mayor disminución de la fertilidad, se han ideado, más alternativas para contrarrestar estos efectos negativos. Se ha empleado, el uso de hormonas, como la GnRH, HCG, progesterona, estrógenos, para manipular la reproducción del ganado, los cuales, se ha visto, que todas estas alternativas no son del todo eficaces.

Con toda la información que se sabe, existe hasta el momento, en cuanto a la deficiencia de medición de progesterona, que existe a nivel de campo, y al mismo tiempo, tener un conocimiento exacto, en cuanto a las concentraciones, que en algún momento, no lleguen a alterar la sobrevivencia del embrión, se deberá buscar alternativas, con las cuales, se pueda recurrir para tener una mayor seguridad de las concentraciones existentes de progesterona en plasma.

DISCUSIONES

Con la información revisada, y sabiendo las modificaciones que sufre la Progesterona (P4) dentro del organismo, a consecuencia de un mayor aumento en el proceso del metabolismo de esta hormona en el hígado. Se propone, hacer más investigaciones al respecto sobre estos procesos, y buscar, la manera de inhibir el metabolismo de la progesterona, a través de productos o fármacos, que antagonicen, el efecto de las enzimas del citocromo P450, las cuales, son las responsables del metabolismo de esta hormona. Siempre y cuando, no se descuiden, los efectos colaterales que puedan traer estas acciones que se deseen buscar, ya sea, en otros órganos, o que puedan influir directamente en la salud del animal.

BIBLIORAFIA

- Aké-López Jesús R., Jorge A. Quintal-Franco, José C. Segura-Correa,**
Efecto del flunixin meglumine en el porcentaje de gestación de Ovejas receptoras de embriones, Departamento de Reproducción y Mejoramiento Genético, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Rev. Biomed; 13:100-108, **2002.**
- Alejandro F. de Nicola,** Vaivenes de las hormonas esteroideas en el Sistema Nervioso central de la toxicidad a la neuroprotección, laboratorio de bioquímica neuroendocrina, Instituto de Biología y Medicina Experimental - Conicet y Departamento de Bioquímica Humana, Facultad de Medicina, Uba, Medicina (Buenos Aires) 200; 63: 475-478, volumen 63 - n° 5/2, **2003**
- Ashraf El-Sayed, Michael Hoelker, Franca Rings, Dessie Salilew, Danyel Jennen, Ernst Tholen, Marc-Andre Sirard, Karl Schellander, and Dawit Tesfaye,** Large-scale transcriptional analysis of bovine embryo biopsies in relation to pregnancy success after transfer to recipients, Institute of Animal Science, Animal Breeding and Husbandry Group, University of Bonn, Bonn, Germany, Department of Animal Sciences, Laval University, Centre de Recherche en Biologie de la Reproduction, Quebec, Canadá, **2006.**
- Adriana Vasconcellos, C, Néstor Sepúlveda, B, Jonathan Castillo, J. Carlos Rosas, C,** Presence of Estrogen and Progesterone Receptors in Endometrium of Prepubertal Sheeps. Immunocytochemistry Study, Departamento de Ciencias Básicas y CEBIOR, Facultad de Medicina, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile, Int. J. Morphol., 23(4):393-396, **2005.**
- Bagna Bao and H. Alien Garverick,** Expression of Steroidogenic Enzyme and Gonadotropin Receptor Genes in Bovine Follicles During Ovarian Follicular Waves: A Review, Department of Animal Sciences, University of Missouri-Columbia, Columbia 65211, J. Anim. Sci. 76:1903-1921, **1998.**

Balaguer S. A. , R. A. Pershing, C. Rodriguez-Sallaberry, W. W. Thatcher, and L. Badinga, Effects of Bovine Somatotropin on Uterine Genes Related to the Prostaglandin Cascade in Lactating Dairy Cows, Department of Animal Sciences, University of Florida, Gainesville 32611, American Dairy Science Association, J. Dairy Sci. 88:543-552, **2005**.

Barton B. A, H. A. Rosar, G. W. Anderson, B. P. Grindle, and D. J. Carroll, Effects of dietary crude protein, breed, parity, and health tatus on the fertility of dairy cows, animal, veterinary, and aquatic sciences university of maine, orono 04469, j dairy sci 79:2225-2236, **1996**.

Bauer M, N. Schilling, K. Spanel-Borowski, Development and regression of non-capillary vessels in the bovine corpus luteum, Department of Anatomy, University of Leipzig, Liebigstrasse 13, 04103 Leipzig, Germany, **2004**.

Beal W. E, Reproductive Applications of ultrasound in cattle, Department of Animal and Poultry Sciences, Virginia Tech, **2000**.

Brent Broaddus, MS, and Albert de Vries, A Comparison of Methods for Early Pregnancy Diagnosis, Department of Animal Sciences, University of Florida, Gainesville, Florida Dairy Road Show **2005**.

Boomsma, C.M, Macklon, N.S, What can the clinician do to improve implantation?, Reproductive Healthcare Ltd, Reproductive BioMedicine Online, Volume 13, 845-855(11), **2006**.

Cecilia I Merkis, Dra; Adriana B. Vivas, Dra, Actividad sérica del Factor Precoz de Preñez (EPF) durante la gestación en porcinos, Área de Microscopía Electrónica, Departamento de Patología Animal, Departamento de Anatomía Animal. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional Río Cuarto Argentina, Rev. Col Cieñe Pee Vol. 15: 1, **2002**

Charles R. Staples and William W. Thatcher, Nutrient Influences on Reproduction of Dairy Cows, Animal Sciences Dept, University of Florida, Gainesville 32611, **2000**.

- Chiappetta D, Legasp MJJ, Niselman V, Pasquali R, Gergic E, Rodríguez Llimós AC**, Biodegradable microspheres of poly(d,l-lactide) containing progesterone, Departamento de Tecnología Farmacéutica, Departamento de Fisicomatemática, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires Argentina, Junín 956; 46 (4): 383-398, **2005**.
- Comin A, B. Renaville, E. Marchini, S. Maiero, F. Cairoli, and A. Prandi**, Technical Note: Direct Enzyme Immunoassay of Progesterone in Bovine Milk Whey, American Dairy Science Association, Dipartimento di Scienze Cliniche Veterinarie, Università di Milano, Italy, J. Dairy Sci. 88:4239-4242, **2005**.
- De Luca L. J, A. N. Macia, A. A. Vater, M. F. Miranda, J. Cuatrín, G. Dorio, Capaul y Prinem**, Niveles Plasmáticos de Progesterona en Receptoras de Embriones Congelados Determinados por Elisa-Test, Prácticas e Investigaciones Embrionarias, Buenos Aires, Argentina, **2000**
- D Neff M. Woller and D. Waechter-Brulla**, Effects of aspirin on the reléase of Luteinizing hormonereleasing hormone in cultured rat hypothalami, biological sciences, annual symposium, university of wisconsin-whitewater, whitewater, WI 53190, Friday, September 15, **2000**
- Echeverría J, Doctora en Cs. Veterinarias. JTP**. Reproductive Endocrinology: F2a Prostaglandin in cows. A Review, Cátedra Clínicas Médica y Quirúrgica de Grandes Animales. Facultad de Cs. Veterinarias. Universidad Nacional La Plata. Argentina. Vol. VII, N° 01, **2006**.
- Eugenio Villagómez Amezcua Manjarrez, Juan Zarate Martínez, Hugo Arellano Martínez, Víctor Delio Hernández Hernández, Jorge Fajardo Fuel**, Effects of season and supplemental calcium soaps on reproduction and thyroid function in zebú cows, Tec pecú Mex: 41(3):239-259, **2003**.
- Fidelina España España; Carlos C. Pérez Marín; Inmaculada Rodríguez Artilés; Jesús Dorado Martín y Manuel Hidalgo Prieto**, Estudio comparativo de la eficacia del diagnóstico precoz de gestación en vacuno mediante ecografía luteal y progesterona plasmática, Centro de Investigación, Córdoba. España. Dpto. de Medicina y Cirugía Animal. Facultad de Veterinaria, **2005**.

- Foote R. H. and P. M. Riek**, Gonadotropin-Releasing Hormone Improves Reproductive Performance of Dairy Cows with Slow Involution of the Reproductive Tract, Department of Animal Science, Cornell University, Ithaca, New York 14853-4801, *Animal Science*. All rights reserved. *J. Anim. Sci.* 77:12-16, **1999**.
- Galina Carlos, Javier Valencia**, Reproducción de los animales domésticos, Segunda Edición, México, Editorial Limusa, 578 p, Año **2006**.
- George A. Perry, Michael F. Smith, Matthew C. Lucy, Jonathan A. Green**, Relationship between follicle size at insemination and pregnancy success, Department of Animal Sciences, University of Missouri, Columbia, MO 65211; **2005**.
- Gigli I, Russo A, Agüero A**, Consideraciones sobre la dinámica ovárica en Equino, bovino y camélidos sudamericanos, Área de Teriogenología, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. Chorroarín 280. 1427, 8(1): 183-204, *invet.* **2006**.
- Gong J. G, W. J. Lee, P. C. Garnsworthy and R. Webb**, Effect of dietary-induced increases in circulating insulin concentrations during the early postpartum period on reproductive function in dairy cows, Roslin Institute (Edinburgh), Roslin, Midlothian EH25 9PS, UK; and 2School of Biosciences, University of Nottingham, Sutton Bonington Campus, Loughborough LE12 5RD, UK, *Reproduction* 123, 419-427, **2002**
- Gordon d. Niswender, Jennifer I. Juengel, Patrick j. Silva, m. Keith Rollyson, and Eric w. Mcintush**, Mechanisms controlling the function and life span of the corpus luteum, animal reproduction and biotechnology laboratory, Colorado state university, fort Collins, Colorado, *physiological reviews*, vol. 80, no. 1, January **2000a**.
- Gordon D. Niswender**, Molecular control of luteal secretion of progesterone, Animal Reproduction and Biotechnology Laboratory, Colorado State University, Fort Collins, CO 80523-1683, USA, *Review, Reproduction* 123, 333-339, **2002b**.
- Hafez E.S.E**, Reproducción e Inseminación artificial en Animales, Reproductive Health center IVF/Andrology International Kiawah Island, South Carolina, USA, Séptima Edición, **2002**.
- Hawkins D. E, K. D. Niswender, G. M. OSS-C, L. Moeller, K. G. Oddet, H. R. Sawyer, and G. D. Niswender y**, An Increase in Serum Lipids Increases Luteal Lipid Content and Alters the Disappearance Rate of Progesterone in Cows, Animal Reproduction and Biotechnology Laboratory, Departments of Physiology and Animal Science, Colorado State University, Fort Collins 80523, *J. Anim. Sci.*..73541-545, **1995**.

- Hernández Cerón, J. M. Domínguez Hernández, J. A. Rodríguez García y C.G. Gutiérrez**, Incidence of corpora lútea with central cavities and its Relationship with fertility in goats, departamento de reproducción, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 México. D.F, Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agrícola y Ganadera (ceiepag), Arch. Zootec. 52: 389-392. **2003a.**
- Hernández Cerón Joel, José Salvador Morales Roura**, Fallas en la Concepción del ganado lechero evaluación de terapias hormonales, Departamento de Reproducción, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, **2001b.**
- Hernández Cerón Joel y Luis Alberto Zarco Quintero**, Función del cuerpo Lúteo y muerte embrionaria en rumiantes, Departamento de Reproducción Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Nacional Autónoma de México Ciudad Universitaria, 04510, México D.F, Ciencia Veterinaria, **1998c.**
- Howell J. I, J. W. Fuquay, and A. E. Smith**, Corpus Luteum Growth and Function in Lactating Holstein Cows During Spring and Summer, Department of Animal and Dairy Sciences Mississippi State University 39762, J Dairy Sci 11:735-739, **1994.**
- Inskeep E. K**, Preovulatory, postovulatory, and postmaternal recognition Effects of concentrations of progesterone on embryonic survival in the cow, División of Animal and Veterinary Sciences, West Virginia University, Morgantown 26506-6108, *American Society of Animal Science*. 82(E. Suppl.):E24-E39. J. Anim. Sci. **2004.**
- Jacqueline M Cale, Steven Tsoi, Ronald R. Magness, Ian M. Bird.**
Dept. Ob/Gyn, UW-Madison, Dept. Animal Sciences, UW-Madison, Use of Micro Array Membranes to Characterize Differential Gene Expression in Cultured and Freshly Isolated B Uterine Artery Endothelial Cells, University of Wisconsin Madison Memorial Union, Symposium Schedule Friday, September 15, **2000.**
- John R. Pepperell, D. Marshall Porterfield, David L. Keefe, Harold R. Behrman, and Peter J. S. Smith**, Control of ascorbic acid efflux in rat luteal cells: role of intracellular calcium and oxygen radicáis, Department of v Obstetrics/Gynecology, Yale Medical School, New Haven, Connecticut 06511, Am J Physiol Cell Physiol 285: C642-C651, **2003.**
- Jonker F.H**, Fetal death: Comparative aspects in large domestic animáis Department of Farm Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine, Utrecht University, Yalelaan 7, The Netherlands, *Animal Reproduction Science* 82-83 , 415-430, **2004.**

- Jordán E. R.**, Effects of Heat Stress on Reproduction, Department of Animal Science, Texas A & M University, College Station, 77843, J. Dairy Sci. 86 :(E. Suppl.):E104-E114, **2003**.
- Juengel J. L, T. M. Nett, T. R. Tandeski, D. C. Eckery, H. R. Sawyer, and G. D. Niswender.** Effects of luteinizing hormone (LH) and growth hormone (GH) on luteal development in the ewe. Biol. Reprod. 55 (Suppl. 1):125, **1994**.
- Labernia J,, F, Lopez-Gatius, P, Santularia, M, López-Béjar and J, Rutilan,** Influence of management factors on pregnancy attrition in dairy cattle, Producción Animal, Universidad de Lleida, Lleida Span, Anatomía, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, Span, theriogenology, 45:1247-1253, **1996**.
- Lee K. Jeong, J. Tsai MJ, Tsai S, Lydon JP, DeMayo FJ,** Molecular mechanisms involved in progesterone receptor regulation of uterine function, Department of Molecular and Cellular Biology, Baylor College of Medicine, Houston, TX 77030, USA, Dec;102(1-5):41-50, **2006**.
- Leung S. T, K. Derecka, G. E. Mann, A. P. F. Flint and D. C. Wathes,** Uterine lymphocyte distribution and interleukin expression during early pregnancy in cows, School of Biological Sciences, División of Animal Physiology, Sutton Bonington Campus, University of Nottingham, Loughborough LE12 5RD, UK; and 3Institute of Animal Reproduction and Food Research of the Polish Academy of Sciences, 10-747 Olsztyn, Poland, Journals of Reproduction and Fertility Ltd 0022-4251, **2000**.
- Lucy M. C,** Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will It End?, Department of Animal Sciences, University of Missouri, Columbia 65211, J. Dairy Sci. 84:1277-1293, **2001**.
- Kustritz Root M. V,** Uso de progesterona suplementaria en el mantenimiento de la preñez canina, Department of Small Animal Clinical Sciences, College of Veterinary Medicine, University of Minnesota, 2001.
- Mann G. E and G. E. Lamming,** Relationship between maternal endocrine environment, early embryo development and inhibition of the luteolytic mechanism in cows, University of Nottingham, School of Biosciences, División of Animal Physiology, Reproduction 121, 175-180, **2001**

- Mariluz Araínga R, Víctor Leyva v, Wilber García V. y Enrique franco I,**
Efecto de la GNRH en el proceso del reconocimiento maternal de la preñez sobre la supervivencia embrionaria en alpacas, . Estación experimental del centro de investigación ivita-maranganí, fmv-unmsm, 14 (2): 104-110; rev inv vet Perú **2003**.
- Matthew C. Lucy,** Physiological Mechanisms Linking Reproduction to Nutrition in High-Producing Dairy Cows, Department of Animal Science University of Missouri, Columbia, **2002**.
- Melendez P. , A. Donovan, and J. Hernández,** Milk Urea Nitrogen and Infertility in Florida Holstein Cows, Department of Large Animal Clinical Sciences College of Veterinary Medicine, University of Florida, Gainesville 32610-0136, J Dairy Sci 83:459^63, **2000**.
- Milo C. Wiltbank,** Cell Types and Hormonal Mechanisms Associated with Mid- Cycle Corpus Luteum Function, J. h i m . Sci. 72:1873-1883, **1994**.
- Miguel Ángel Betancourt-Alonso, Fernando I, Flores-Pérez, César Rosas-Velasco y Mario Pérez Martínez,** Role of cytokines in embryo implantation in domestic mammals, Departamento de Mofología, Laboratorio de Biología tisular de la Reproducción, Vet, Mex, 37(3) **2006**.
- Morales Roura Salvador, Joel Hernández Cerón, Gustavo Rodríguez Trejo, Rafael Peña Fuentes,** Comparación del porcentaje de concepción y la función lútea en vacas de primer servicio, vacas repetidoras y vaquillas Holstein, Departamento de reproducción, Facultad de Medicina Veterinaria y zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, **2000**.
- Mora Irene y Sergi Cabré,** Eficacia de los progestágenos en la prevención de Parto pre término, Servicio de Obstetricia y Ginecología Hospital Sant Joan de Déu Universidad de Barcelona, Ginecología y Obstetricia Clínica; 5(2): 108-112, **2004**.
- Nasim Ahmad, F. Neal Schrick, Roy I. Butcher, and E. Keith Inskeep,** Effect of persistent follicles on early embryonic losses in beef cows, División of Animal and Veterinary Sciences, West Virginia University Morgantown, West Virginia 26506-6108, Biology of Reproduction 52, 1129-1135, **1995**.
- Olson S.E. and G.E. Seidel, Jr.** Culture of In Vitro-Produced Bovine Embryos with Vitamin E Improves Development In Vitro and After Transfer to Recipients, Animal Reproduction and Biotechnology Laboratory, Colorado State University, Fort Collins, Colorado 80523, biology of reproduction 62, 248-252 , **2000**.

Paul M, Fricke, PhD, Monitoring reproduction from the starting gate, Departamento de Ciencias Lecheras Universidad de Wisconsin-Madison Madison, WI 53706, **2000a**.

Paul M. Fricke and Randy D. Shaver, Managing Reproductive Disorders in Dairy Cows, Department of Dairy Science University of Wisconsin-Madison 1675 Observatory Drive Madison, WI 53706, **2000b**

Perozo Marin F., M. Goicochea y J. Montiel, Progesterone levéis during Gestation in buffaloes (*Bubalus bubalis*), Facultad de Ciencias Veterinarias. LUZ. Maracaibo Zulia-Venezuela, Rev. Fac. Agron. (LUZ), 19: 71-76, **2002**.

Peter F. Daels, DVM, PhD, Diplomate ACT, Diplomate ECAR Author's address: **Keros**, Progesterone Therapy and Pregnancy Loss, Equine Embryo Transfer Center, Passendale, Belgium, AAEP Annual Resort Symposium. Rome, Italy - January 19-21, **2006**.

Piccinni MP, Maggi, E. Romagnani S, Role of hormone-controlled T-cell cytokines in the maintenance of pregnancy, Immunoallergology and Diseases of Respiratory Apparatus, Department of Internal Medicine, University of Florence, Italy, Feb;28(2):212-5, **2000**.

Pierre Rioux and Denis Rajotte, Progesterone in milk: a simple experiment illustrating the estrous cycle and enzyme immunoassay, Department de Biologie, de Chimie et des Sciences de la Sante, Universite du Que bec a Rimouski, Rimouski, Quebec, Canada G5L 3A1, Adv Physiol Educ 28: 64-67, **2004**.

Pérez Pérez Félix, Maternal recognition of pregnancy comparative biology, Academia Nacional de Medicina, año **2004**.

Renato Raúl Lozano Domínguez, Carlos Gustavo Vásquez Pelaes, Everardo Gonzales Padilla, Effects of heat stress and its interaction with other management and productive variables on pregnancy rate in dairy cows in Aguascalientes, México, Asociación de productores de leche del estado de Aguascalientes, Centro regional de investigación norte-centro del INIFAP, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional , Autónoma de México 04510, Vet, Mex, 36, (3)**2005**.

Rhodes R.C, The Use of Milk Progesterone Assays for Reproductive Management, Dairy Integrated Reproductive Management, University of Rhode Island, **2000**.

Ryan P. Ceddia, Macdonald P. Wick, and Joseph S. Ottobre, Sodium Dependent Vitamin C Transporters in the Sheep Corpus Luteum: Sequence Analysis, Department of Animal Sciences The Ohio State University, **2000**.

Roldan, V.P, Luna, M,L, Gasparotti M, Hematologic profile variation of dairy cows in gestation and lactation of Cuenca del Salado, Facultad de Ciencias Veterinarias, Departamento Ciencias Básicas, Cátedra Bioquímica, Esperanza - Santa Fe, Vol. VII, N° 12, **2006**.

Sangsritavong S., D.K. Combs, It. Sartori and M.C. Wiltbank, Liver blood flow and steroid metabolism are increased by both acute feeding and hypertrophy of digestive tract, Department of dairy Science, University of Wisconsin-Madison, Annual Symposium, Friday, September 15, **2000a**.

Sangsritavong S. , D. K. Combs, R. Sartori, L. E. Armentano, and M. C. Wiltbank, High Feed Intake Increases Liver Blood Flow and Metabolism of Progesterone and Estradiol-17/? in Dairy Cattle, Department of Dairy Science, University of Wisconsin, Madison 53706, American Dairy Science Association, J. Dairy Sci. 85:2831-2842, **2002b**.

Sartori R, R. Sartor-Bergfelt, S. A. Mertens, J. N. Guenther, J. J. Parrish, and M. C. Wiltbank, Fertilization and Early Embryonic Development in Heifers and Lactating Cows in Summer and Lactating and Dry Cows in Winter, Department of Dairy Science and Department of Animal Sciences, University of Wisconsin, Madison 53706, J. Dairy Sci. 85:2803-2812, **2002a**.

Sartori R , G. J. M. Rosa, and M. C. Wiltbank, Ovarian Structures and Circulating Steroids in Heifers and Lactating Cows in Summer and Lactating and Dry Cows in Winter, Dairy Science Department, University of Wisconsin, Madison 53706; and Department of Animal Science, J. Dairy Sci. 85:2813-2822, **2002b**.

Scott W. Kauma, Thomas F. Huff, Natalie Hayes, and Athip Nilkaeo, Placental fas ligand expression is a mechanism for maternal immune tolerance to the fetus, Departments of Obstetrics/Gynecology (S.W.K., N.H.) and Microbiology/Immunology (S.W.K., T.F.H., A.N.), Virginia commonwealth University/Medical College of Virginia, Richmond, Virginia 23298, The Journal of Clinical Endocrinology, **1999**.

Shaham-Albalancy A, M. Rosenberg, Y. Folman, Y. Graber, R. Meidan and D. Wolfenson, Two Methods of Inducing Low Plasma Progesterone Concentrations Have Different Effects on Dominant Follicles in Cows, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, The Hebrew University, Rehovot 76100, Israel, J Dairy Sci 83:2771-2778, **2000**.

Shiro Kashida, Norihiro Sugino, Shuji Takiguchi, Ayako Karube, Hisako Takayama, Yoshiaki Yamagata, Yasuhiko Nakamura, and Hiroshi Kato, Regulation and role of vascular endothelial growth factor in the corpus luteum during mid-pregnancy in rats, Department of Obstetrics and Gynecology, Yamaguchi University School of Medicine, Ube 755-8505, Japan, *Biology of Reproduction* 64, 317-323. 2001.

Simersky R, J. Swaczynova, D.A. Morris, M. Franek, M. Strnad, Development of an elisa-based kit for the on-farm determination of progesterone in milk, institute of experimental botany of the academy of sciences of the czech Republic, Olomouc, Czech Republic, *Veterinarni Medicina*, 52, (1): 19-28, **2007**.

Slade S. M., R. R. Magnes and K. P. Conrad, Nitric oxide and pregnancy, Research Institute and Department of Obstetrics Gynecology and Reproductive Science, University of Pittsburgh, Pennsylvania 15213, Vol 272 Issue 2441-R463, **1997**.

Stawomir Zduńczyk, Edwell Siatambi Waanga, Jacek Matecki-Tepicht, Wojciech Barański and Tomasz Janowski, Plasma progesterone levels and clinical findings in dairy cows with post-partum anoestrus, department of obstetrics and pathology of reproduction, faculty of veterinary medicine, warmia and masuria university in olsztyn, Poland, *bull. Vet. Inst. pulawy* 46, 79-86, 2002.

Stephen W. Beam and W.R. butler, Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat, department of animal science, Cornell university, Ithaca, new York 14853, department of animal science, university of California, Davis, ca 95616, *biology of reproduction* 56, 133-142, **1997**.

Sosa, C. Vínoles, C. Acuña, S., Lozano, J.M., Abecia, J.A. y Meikle, A, Efecto de la nutrición sobre la expresión endometrial de receptores de progesterona en ovinos, *Bioquímica*, Dpto. de Biología Celular y Molecular, Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay, 2000.

Thatcher **WW**. y J.E.P. Santos, Caracterización de la Muerte Embrionaria Temprana y Prevención de la Pérdida de Gestaciones, Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Florida, Gainesville, FL 32611-0910, 2000.

Tranguch Susanne, Smith David **F**, Dey Sudhansu **K**, Progesterone receptor requires a co-chaperone for signalling in uterine biology and implantation, *Reproductive Biomedicine Online*, Reproductive Healthcare Ltd Volume 13, Number, pp. 651-660(10), 2006.

- Wamsley N.E. , P.D. Burns, T.E. Engle, and R.M. Enns** , Fish Meal Supplementation Alters Uterine Prostaglandin F₂₀ Synthesis in Beef Heifers Having Low Luteal Phase Progesterone, **2000**.
- Wiltbank M. C., P. M. Fricke, S. Sangsritavong, R. Sartori, and O. J. Ginther**, Mechanisms that Prevent and Produce Double Ovulations in Dairy Cattle, Endocrinology-Reproductive Physiology Program and Department of Dairy Science, University of Wisconsin-Madison, Madison, WI 53706, J Dairy Sci 83:2998-3007, **2000**.
- Ysaac Chipayo G, Víctor Leyva V, y Wilber García V**, Efecto del estradiol en el periodo de reconocimiento maternal de la preñez sobre la supervivencia embrionaria en alpacas, Laboratorio de Reproducción y Obstetricia Veterinaria, FMV-UNMSM, estación experimental del centro de investigación ivita-maranganí, FMV-UNMSM, 14(2): 111-118; Rev. Inv Vet Perú **2003**.
- Yuan W and M. C. Lucy**, Effects of Growth Hormone, Prolactin, Insulin-Like Growth Factors, and Gonadotropíns on Progesterone Secretion by Porcine Luteal Cells, Department of Animal Sciences, University of Missouri, Columbia 65211, 74:866-872, J. Anim. Sci. **1996**.
- Zarco Quintero Luis Alberto**, Relación entre la función del cuerpo lúteo y la mortalidad embrionaria en rumiantes, Departamento de Reproducción Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Nacional Autónoma de México. **2000**.