



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLÁN

CATEDRA DE REPRODUCCIÓN Y GENÉTICA  
EN OVINOS Y CAPRINOS  
“FISIOLOGÍA DE LA GESTACIÓN”

INFORME DE SERVICIO SOCIAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
P R E S E N T A :  
**JOSÉ RAMÓN FERNÁNDEZ COLÍN**

ASESOR: M. C. ARTURO ANGEL TREJO GONZALEZ



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi esposa Suhailly por el apoyo y cariño que siempre me ha brindado, haciéndome comprender que los sueños se consolidan trabajando por ellos, además de aguantar los apuros económicos que la situación nos presentaba.

Todo mi amor para aquel pequeño motor que llegó a mi vida para hacerme sentir supremo, a mi hijo Marco Antonio. Quiero que sepa que todo lo que hago es por él, esperando ser un ejemplo en su vida y llenándome cualquier espacio del alma con solo oírle decir papá. Hijo, te amo.

A mis padres Ramón y Bertha, mi infinito amor y agradecimiento por el incondicional apoyo en todos los aspectos que siempre me han brindado, aún en aquellos momentos económicos difíciles siempre lucharon para darnos educación, demostrándome a cada momento que no hay valor más grande que el trabajo y la honestidad, siempre se los agradeceré. Espero que me alcance la vida para retribuirles un poco de lo mucho que me han dado.

A mis hermanas, Vero, Panchita y Esme, por el empuje y el creer siempre en mí.

A mi familia política que me recibió como uno de los suyos, quiero que sepan que son parte importante en la consolidación de éste sueño, gracias por su eterno apoyo.

A todos los amigos sinceros que siempre han estado alegrando momentos de mi vida, apoyándome y considerándome importante, en noches de guitarra y tardes de fútbol, espero que siempre vean en mí a un tipo en el cual puedan confiar.

En memoria de los que ya no están en el plano terrenal, pero que estoy seguro que desde donde estén me cuidan, a mi abuelito Ramón y a mi abuelita Panchita, siempre los recuerdo.

Agradezco a Dios por la oportunidad que me da de culminar éste sueño, el camino es sinuoso pero caminable; estoy seguro de que a cada quien le tiene destinada una ruta, pero a mí me rodeo de gente valiosa que me la hace más fácil.

Todas las grandes realidades nacen de grandes sueños, espero que esto sea el inicio de uno muy grande, con una labor tan loable como lo es el dedicar la vida a aquellos seres que la humanidad se ha encargado de joder, espero no ser uno mas y por el contrario servirles de manera profesional y leal.

...y por sobre todas las cosas, porque no hay orgullo más grande que ser universitario.

A TODOS, MUCHAS GRACIAS.

## INDICE

I.- Introducción	1
II.- Revisión de literatura	4
II.1.- Características reproductivas en ovejas y cabras	4
II.1.1.- Genética, salud y alimentación	6
II.1.2.- Estacionalidad y fotoperiodo	7
II.1.3.- Ciclo estral	9
II.2.- Anatomía del aparato reproductor en pequeñas rumiantes	11
II.3.- Manejo de la reproducción	13
II.3.1.- Sincronización del estro	14
II.3.2.- Monta natural	16
II.3.3.- Inseminación artificial	17
II.3.4.- Transferencia de embriones	18
II.4.- Endocrinología de la reproducción	20
II.4.1.- Glándulas y hormonas involucradas en la reproducción	20
II.5.- Fisiología de la gestación	25
II.5.1.- Fecundación	26
II.5.2.- Desarrollo embrionario temprano	30
II.5.3.- Fijación del embrión	30
II.5.4.- Gastrulación y placentación	32
II.5.5.- Desarrollo fetal	36
II.5.6.- Diagnóstico de gestación en pequeños rumiantes	42
III.- Objetivos	45
IV.- Cuadro metodológico	46
V.- Descripción de actividades	48
V.1.- Manejo reproductivo	49
V.2.- Manejo alimenticio	51
V.3.- Manejo sanitario	53
V.4.- Actividades generales	55
VI.- Resultados, evaluación y análisis	56
VII.- Discusión	59
VIII.- Bibliografía	61

## I. INTRODUCCIÓN

Las ovejas y cabras son mamíferos pertenecientes a la subclase de los ungulados (provistos de pezuñas), a la orden de los artiodáctilos (pezuña hendida) , al suborden ruminante (poligástricos) capaces de aprovechar la celulosa de las paredes de las plantas, y a la familia bovidae (Mayen, 1989).

Se cree que los ovinos fueron domesticados hace unos 12,000 años en las montañas del sureste de Europa y del suroeste de Asia, en territorios que hoy en día son parte de países como Grecia, Yugoslavia, Hungría, Turquía, Bulgaria, Siria, Irak, Irán, Afganistán, entre otros (Friedich (a), 2001).

Los ovinos domésticos (*Ovis aries*) que hoy conocemos, son descendientes de especies silvestres como:

- La oveja Argali (*Ovis ammon*) de Asia central
- La oveja Urial (*Ovis vignei*) de Asia
- El Muflón asiático (*Ovis orientalis*) de Asia
- El Muflón europeo (*Ovis musimon*) de Europa
- La oveja americana (*Ovis canadensis*)

Existen muchas diferencias entre los ovinos domésticos y sus antecesores, lo cual es consecuencia del mejoramiento y selección a que fueron sometidos tanto por la naturaleza como por el hombre (Friedich (a), 2001).

De Asia o Europa, los ovinos fueron diseminados por todo el mundo. Con el paso de los siglos, el hombre, mediante cruzamientos y selección, tomando en consideración características económicas de importancia, ha dado lugar a la formación de más de 300 razas de ovinos reconocidas en el mundo hoy en día (Friedich (a), 2001)

La escala zoológica de los ovinos es la siguiente:

Reino: Animal  
Phylum: Cordados  
Subphylum: Vertebrados  
Superclase: Tetrápodos  
Clase: Mamíferos  
Subclase: Ungulados  
Orden: Artiodáctilos  
Suborden: Rumiantes  
Familia: Bóvidos  
Subfamilia: Ovidos  
Género: Ovis  
Especie: *Ovis aries* (ovino doméstico)  
(Friedich (a), 2001)

Acerca de las cabras, los autores coinciden en que fueron los primeros animales en ser domesticados, al parecer en Mesopotamia hace más de 10 000 años. A través del tiempo, los caprinos se han convertido en la especie animal doméstica más ampliamente distribuida en el mundo. Las cabras fueron introducidas primeramente en el Caribe, más tarde a América continental por medio de los españoles, alrededor del siglo XVI. Los portugueses, por su parte también trajeron caprinos, siendo posible que algunos hayan sido traídos de África durante el periodo del comercio de esclavos (Friedich (b), 2001).

La cabra es buena proveedora de proteínas, debido a que es un animal precoz, de talla pequeña, necesita poco capital de inversión y bajo riesgo financiero (Friedich (b), 2001).

La escala zoológica de los caprinos es la siguiente:

Reino: Animal

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Superclase: Tetrapoda

Clase: Mammalia

Subclase: Ungulata

Orden: Artiodactila

Suborden: Ruminantia

Infraorden: Pecora

Familia: Bovidos

Subfamilia: Caprinae

Tribu: Caprini

Género: Capra

Especie: *Capra hircus* (cabra doméstica)  
(Mayen, 1989)

Esta modalidad de Servicio Social Titulación en la Cátedra de Reproducción y Genética en Ovinos y Caprinos, consiste en realizar actividades cotidianas de rutina en un rebaño caprino, además de la evaluación de algunos aspectos reproductivos interesantes. Dentro de las actividades generales que se realizan, también se incluye el apoyo en cuanto a manejo del rebaño para la realización de tesis e investigación que se llevan a cabo en el módulo.

Aparte de las actividades de rutina, se debe de poner especial atención a los aspectos relacionados con el tema asignado por el asesor del servicio social, para así poder enriquecer el aspecto práctico con una investigación bibliográfica. En este caso el tema o problema eje se define como “FISIOLOGÍA DE LA GESTACIÓN”, enfocada a pequeños rumiantes.

Se denomina gestación a la etapa que va desde la monta positiva, es decir, cuando ha habido fecundación, hasta el momento del parto (Friedich (a), 2001).

La gestación o preñez en los mamíferos es el resultado de millones de años de cambios evolutivos que llevaron al desarrollo de un órgano nuevo, la placenta. Para que se desarrollara la viviparidad, se tuvieron que coordinar muchos procesos. Primero desde luego, hubo una coordinación del sistema endocrino que participa directamente en una preñez exitosa. El metabolismo general del organismo materno debe cambiar para adecuarse al estrés de la preñez (Mc.Donald, 1991).

Por tanto, la gestación y su fisiología implica el conocimiento de muchas áreas como la embriología, endocrinología, genética, reproducción, entre otras.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### II.1. CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS DE OVEJAS Y CABRAS

La oveja (*Ovis aries*) y la cabra doméstica (*Capra hircus*) son dos especies de la familia *Bovidae*. Se encuentran entre los primeros animales que fueron domesticados: la oveja para la producción de lana y carne, y la cabra para la de leche, carne y fibras (ej. mohair). La cabra es importante porque puede ser una buena fuente de proteína animal en los trópicos. La población mundial de ovejas es unas tres veces mayor a la de cabras. Cada especie posee características únicas (ver cuadro 1) (Hafez, 2002).

Cuadro 1. Características genéticas y físicas y parámetros reproductivos de ovejas y cabras

<b>PARÁMETRO</b>	<b>OVEJA</b>	<b>CABRA</b>
Taxonomía	<i>Ovis aries</i>	<i>Capra hircus</i>
Número cromosómico	54	60
Longitud de la cola	Larga	Corta
Posición de la cola	Pendiente	Cap. De erección
Glándulas odoríferas masculinas	Ausentes	Presentes
Glándulas de cara y patas	Presentes	Ausentes
Depresiones lagrimales	Presente	Ausentes
Barba	Ausentes	Presentes
Pelaje	Lana y pelo	Mohair
Edad a la pubertad (meses)	6 a 9	5 a 7
Ciclo estral (días)	17 (14-19)	21 (18-22)
Duración del estro (horas)	24-36	24-48
Óvulos por ciclo	1 a 3	2 a 3
Tiempo de vida del cuerpo lúteo (días)	14	16
Tiempo de vida fecundable de los óvulos (horas)	10 a 25	?
Edad de espermatogénesis (meses)	4 a 6	4 a 6
Volumen por eyaculado (ml)	0.8 - 1.2	0.1 - 1.5
Concentración espermática (miles de millones / ml)	1.5	2 a 6
Apareamiento (macho: hembras)	01:30	01:50

Fuente: Hafez, 2002.

La cabra y la oveja en regiones templadas son poliéstricas estacionales, de modo que sus crías nacen durante la época más favorable del año, la primavera. Esta característica es más

acentuada en la oveja, ya que en cabras criollas en climas tropicales, donde el clima sufre variaciones poco perceptibles, las cabras pueden ciclar todo el año (Hafez, 2002).

Generalmente éstos animales tienen una cría por parto, sin embargo es común que lleguen a tener más de una, es decir que tengan un comportamiento polítopo.

Existen diversos factores que influyen para la presentación de la estación reproductiva de ovejas y cabras, desde la alimentación y genética, hasta el clima, fotoperiodo, estacionalidad, etc...

### **II.1.1. GENÉTICA, SALUD Y ALIMENTACIÓN**

El factor genético está relacionado con la latitud y lugar de origen de las razas, donde está determinado el periodo de celo y estación reproductiva (Agraz, 1989).

El genotipo influye en la temporada reproductiva. Las ovejas Dorset, Merino y Rambouillet, que se originaron cerca del ecuador, tienen temporada de apareamiento más prolongada que las razas británicas, como Southdown, Shropshire y Hampshire. La estación reproductiva de las cabras lecheras, como las razas Toggenburg, Saanen, Alpina Francesa y La Mancha se limita a los meses entre agosto y febrero en la mayor parte de las regiones de América del norte. La raza Anglo-Nubia, desarrollada en Inglaterra mediante cruces de cabras inglesas con machos cabríos de Nubia (del alto Egipto y Etiopía), no tiene reproducción limitada al otoño, aunque presenta mayor actividad sexual en ésta estación. La temporada de apareamiento de la cabra lechera Alpina también puede ser ampliada con manejo intensivo, pero no más allá de abril. En el sur de Estados Unidos (latitud 30°N), las cabras de razas para carne están anéstricas entre marzo y mayo, mientras que menos del 40% de las ovejas Rambouillet están en anestro en el mismo periodo (Hafez, 2002)

En los climas semitropicales donde los cambios de estación y vegetación no presentan una variación muy acentuada, el periodo de reproducción en las cabras criollas prácticamente se extiende por todos los meses del año, las lactancias son cortas. La alimentación no solo influye en la presentación del ciclo estral, sino que también garantiza la producción láctea y el logro de las crías. La mala nutrición provoca alteración del metabolismo, anemia y por consiguiente que el celo no se presente o se acorte y se alarguen los periodos intercelos. La sobrealimentación igualmente perjudica el metabolismo, propiciando el engrase y los trastornos hormonales, lo cual puede originar hasta infertilidad (Agraz, 1989).

### **II.1.2. ESTACIONALIDAD Y FOTOPERIODO**

De los factores ambientales que influyen en el comportamiento reproductivo se puede considerar que el fotoperiodo, por ser el más constante en su presentación a través del año, y las diversas estaciones producto de este factor y otros, como la lluvia o la temperatura, son los que ejercen mayor ascendente en la regulación de la actividad sexual. Los efectos de ambos se manifiestan por la presentación de celos o bien por cambios en la fertilidad o prolificidad. De esta forma el fotoperiodo y la estación del año junto con la raza determinan el estatus estacional o no de las cabras y ovejas (Arbiza, 1986).

A mayor distancia del Ecuador las estaciones del año son bien diferenciadas. En la línea del Ecuador la duración del día no varía, pero en cuanto más alejada se encuentre una región del Ecuador, mas acentuado será el aspecto fotoperiódico en la reproducción ovina y caprina (Agraz, 1989).

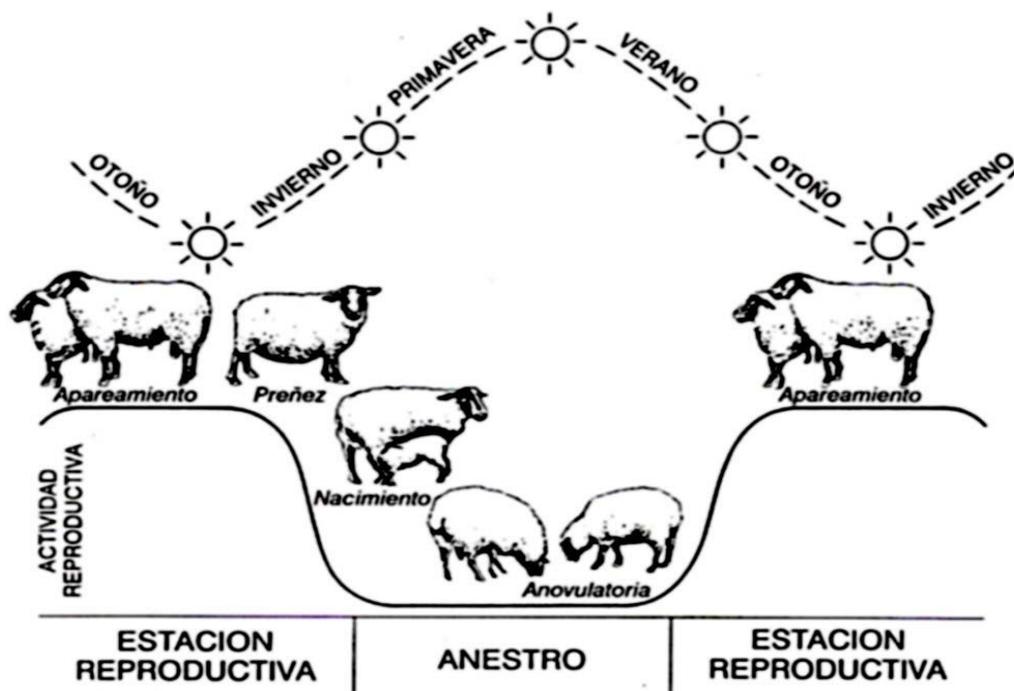
El regulador más importante del inicio de la estación reproductiva es la reducción del periodo de luz diurna. Esto empieza después del 21 de junio en el hemisferio norte o del 21 de diciembre en el hemisferio sur. El estro y la ovulación seguirán estas fechas por 60 a 120 días (ver figura 1). Las ovejas invertirán sus estaciones con facilidad si se les transfiere de un hemisferio a otro. Las cabras domésticas son también poliéstricas estacionales y su actividad reproductiva está influenciada por el fotoperiodo. La actividad en cabras sufre

variaciones entre las diversas razas, manifestándose entre las estaciones de otoño, verano e invierno. Estas son variaciones menores entre razas de acuerdo con la ubicación geográfica, debido a influencias causadas por el fotoperiodo y clima de la región (Mc.Donald, 1991).

Por lo tanto, cabras y ovejas por sus hábitos reproductivos se les considera fotoperiodo negativo dependientes, ya que la estación de apareamiento coincide con la época en que se observa disminución en la duración del día. En éste tiempo también coincide una declinación de la temperatura y también el principio de la estación de lluvias cuando disponen de buen pasto verde (Agraz, 1989).

Cuando es el fotoperiodo el que señala la estacionalidad, el acortamiento de los días indica el inicio de la estación de apareamiento, mientras que el alargamiento señala la finalización de la misma. En el caso de animales fotodependientes, los cambios en los patrones lumínicos son registrados a través de los ojos, los cuales en horas de oscuridad estimulan a la glándula pineal a producir melatonina y liberarla de forma inmediata, y a su vez estimular a nivel del eje hipotalámico-hipofisiario, de tal forma que todas aquellas hormonas involucradas en el complejo proceso reproductivo aumentan o disminuyen sus tonicidades y concentraciones de acuerdo a mecanismos reguladores de retroalimentación o de estimulación nerviosas (Arbiza, 1986).

Figura 1. Reproducción estacional de la oveja.



Fuente: Hafez, 2002.

El metabolito sanguíneo que controla la información referente a los cambios en la duración del día es la melatonina, una hormona que secreta la glándula pineal del cerebro durante las horas de oscuridad. La melatonina, gracias a su respuesta ante las modificaciones en la duración del día, programa el ritmo reproductivo circanual para asegurar que la época reproductiva tiene lugar en el momento adecuado del año (Martín y Aikten, 2002).

Las temperaturas ambientales afectan también la estación reproductiva; temperaturas excesivamente altas del verano retrasan a menudo el inicio del primer estro, mientras que la presencia del carnero acelera el inicio de la estación reproductiva (Mc.Donald, 1991).

### II.1.3. CICLO ESTRAL

Se conoce como ciclo estral al ritmo de actividad ovárica, que consiste en la maduración de un folículo, la ovulación, la formación del cuerpo lúteo y la destrucción del mismo para permitir la maduración de un nuevo folículo y cerrar el ciclo, es decir, el periodo comprendido entre un estro y otro. Para su estudio, el ciclo estral se ha dividido en cuatro etapas: estro, metaestro, diestro y proestro (Arbiza, 1986).

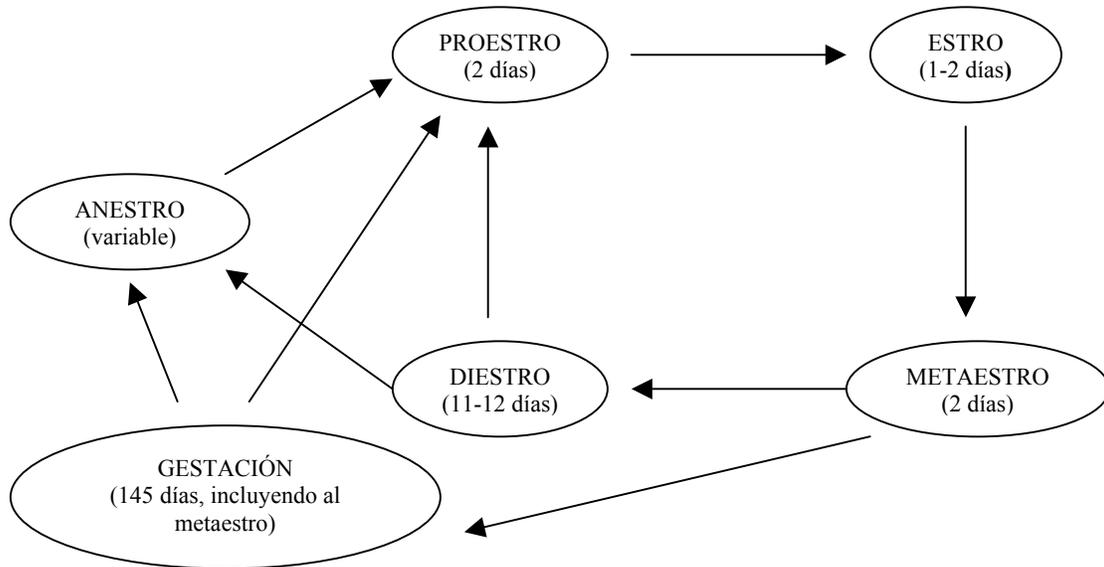
La duración del ciclo estral normal es de 17 días en la oveja y 21 días en la cabra, aunque en ambas especies ocurren considerables variaciones debidas a diferencias de raza, etapa de la estación reproductiva y estrés ambiental. Los ciclos anormalmente cortos observados en la oveja y la cabra al principio de la estación reproductiva pueden deberse a regresión prematura del cuerpo lúteo o anovulación (Hafez, 2002).

El proestro dura 2 o 3 días en la oveja y se caracteriza por el crecimiento folicular rápido y secreción de estrógenos, bajo la estimulación de gonadotropinas hipofisarias. La oveja no muestra signos evidentes durante el proestro. El estro dura un promedio de 26 horas, pero puede variar de 20 a 36 horas. El estro basado únicamente en cambios conductuales es difícil detectar en la oveja, pero puede manifestar distensión vulvar y ocasionalmente una descarga visible de moco de la vulva, la aceptación de la oveja al apareamiento es el signo más fácilmente notorio del estro. El metaestro dura 2 días en promedio, aunque solo es de significado académico en la oveja, ya que la ovulación se da al final del estro, por lo que ésta etapa suele incluirse en el periodo de diestro. El diestro o fase lútea dura de 12 a 14 días y es la fase dominante del ciclo estral de la oveja (ver figura 2). Deben estar presentes embriones viables en el útero para proveer señales luteotrópicas no más tarde del día 13 del diestro (días de estro = día 0); si no se encuentran presentes embriones viables, el cuerpo lúteo regresa rápidamente bajo la influencia de la Prostaglandina F2 alfa, la luteolisina

ovárica en la oveja, y sufre otro ciclo estral. El metaestro se presenta en hembras estacionales y es una etapa de estasis reproductiva de duración variable (Mc.Donald, 1991).

En la cabra el ciclo es básicamente el mismo.

Figura 2. Ciclo estral en la oveja.



Fuente: Mc. Donald, 1991.

Tanto la oveja como la cabra son ovuladoras espontáneas. La oveja normalmente ovula hacia el final del estro, unas 24 a 27 horas después del inicio de éste. La mayor parte de las cabras ovulan entre 24 y 36 horas después del inicio del estro. La secuencia de acontecimientos hormonales durante el ciclo estral es similar entre ambas especies, pero en la cabra la fase de progesterona es más larga que en la oveja. En muchas razas de ovejas y cabras se liberan dos o más óvulos por ciclo. En ambas especies, la tasa de ovulación aumenta con la edad y alcanza un máximo a la edad de tres a seis años, y luego declina gradualmente. Ocurren más ovulaciones en el ovario derecho (53.4%) que en el izquierdo (46.6%) (Hafez, 2002).

## II.2. ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR EN OVEJAS Y CABRAS

Los órganos reproductores de la oveja y la cabra son muy similares, sólo difieren en el tamaño y algunas estructuras orgánicas. Los órganos básicos son los ovarios, oviductos, útero, cervix y vagina (ver figura 3) (Salamon, 1990).

Los **ovarios** son los órganos sexuales primarios o gónadas femeninas. Cada hembra tiene dos ovarios, cuyas funciones básicas son la producción de óvulos y la liberación de hormonas importantes para la reproducción como la progesterona y los estrógenos. Los ovarios se localizan en la cavidad abdominal por detrás de los riñones y están sujetos por el ligamento útero-ovárico, que les mantiene en íntima proximidad a los cuernos uterinos. Son pequeños, pesan de 0.6 a 3 gramos y suelen tener forma irregular dependiendo de la etapa del ciclo en que se encuentren (Salamon, 1990).

Los **oviductos** (o trompas de Falopio) son tubos tortuosos de unos 10-20 cm de longitud, cada uno, que se extienden desde los ovarios a los cuernos uterinos. Están suspendidos por una membrana delgada (mesosalpinx), que es parte del ligamento ancho que sustenta al útero. La función de los oviductos es la de recoger los oocitos de los ovarios y transportarlos al útero y actuar como lugar de su fecundación. La primera parte del oviducto es el infundibulum (parecido a un embudo), seguido de la ampolla o ámpula, que es una porción tubal relativamente ancha que es la que da cobijo a la fecundación, para que el cigoto fecundado se deslice hacia la porción final del oviducto llamada istmo, que es la porción más estrecha de éste. Los oviductos se conectan al útero mediante la unión útero-tubal (Salamon, 1990).

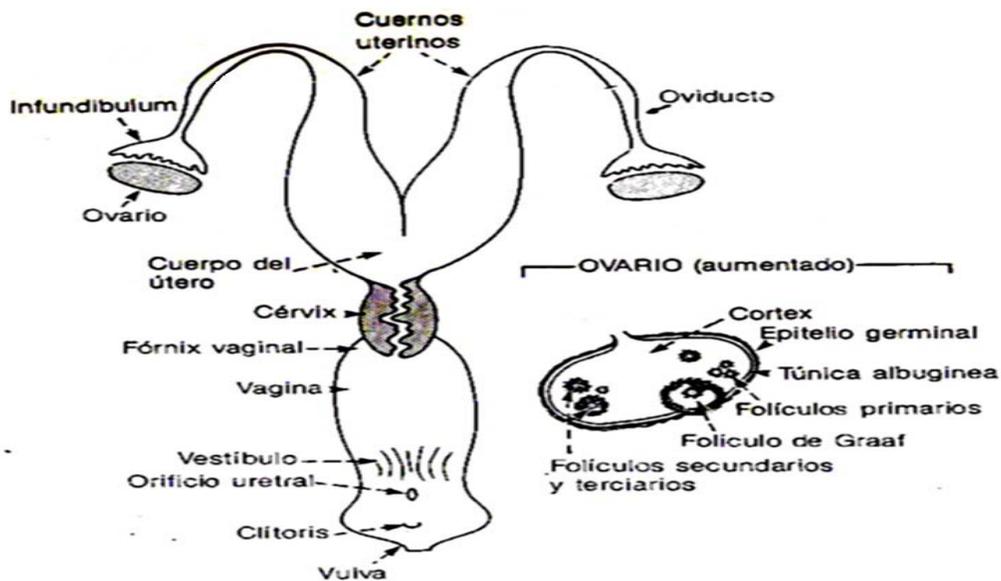
El **útero** está formado por un cuerpo y dos cuernos (9 a 16 cm de largo) que se unen en una bifurcación. El cuerpo uterino es corto (3-5-cm) y se divide cerca de la bifurcación, por una pared corta, que no se extiende hasta el cerviz, con lo que permite el paso de embriones antes de su implantación, de un cuerno a otro. La implantación del embrión y su desarrollo como feto ocurre dentro de uno de los cuernos uterinos. Una ovulación simple

dará por resultado la implantación de un embrión en el cuerno uterino adyacente a aquel ovario; los distintos embriones, originados en un mismo ovario, tienden a distribuirse equitativamente en los dos cuernos. La fijación o adhesión fetal se produce en lugares especiales, llamados carúnculas, existiendo unas 70-100 de éstas proyecciones, en forma de setas, recubriendo la superficie interna de los cuernos uterinos (Salamon, 1990).

El **cervix** tiene una longitud de 4-7 cm, conecta al útero con la parte anterior de la vagina. Es una estructura relativamente dura, con glándulas secretoras de moco altamente activas durante el estro. Los espermias tienen que flanquear el moco antes de llegar al útero. La pared interna del cervix tiene una serie de crestas y oquedades que, cuando están fijadas entre sí, hacen impasable el cervix, lo cual sirve como una barrera protectora para no dejar pasar microorganismos infecciosos al útero. En ésta estructura hay una diferencia entre cabras y ovejas. En ovejas los pliegues cervicales se fijan tan estrechamente que solo dejan un paso muy pequeño y tortuoso, sin embargo en la cabra el paso es mucho mayor, particularmente durante el estro (Salamon, 1990).

La **vagina** es el órgano donde se deposita el semen durante la cópula en ovejas y cabras. Se puede considerar un paso común de los sistemas urinario y reproductor. La parte anterior de la vagina, que contiene la entrada al cervix, forma un receso llamado fornix vaginal (ahí se deposita el semen en la inseminación o monta natural). Posterior al fórnix vaginal encontramos el vestíbulo o porción estrecha y corta de la vagina que la incomunica con el exterior. En la parte posterior inferior del vestíbulo encontramos el orificio uretral (salida de la orina). La parte externa y terminal de la vagina es la vulva. En la oveja y la cabra tiene forma triangular, con el pico hacia abajo (Salamon, 1990).

Figura 3. Órganos reproductores de la hembra.



Fuente: Salamon, 1990.

### II.3. MANEJO DE LA REPRODUCCIÓN

Los objetivos básicos del manejo reproductivo en un rebaño son:

- ✓ Obtener el mayor número posible de hembras cubiertas.
- ✓ Acortar los tiempos de reproducción para tener una mayor producción.
- ✓ Sincronizar los calores para agrupar los partos, lo que facilitará el manejo y garantiza una oferta homogénea de crías (Buxadé (b), 1996).

La mayor parte de la población mundial de ovejas y cabras es manejada en condiciones de libre pastoreo, donde el apareamiento natural es práctica común. A diferencia de lo que ocurre con el ganado vacuno, la inseminación artificial en ovejas y cabras ha sido generalmente limitada, debido al alto costo de mano de obra, la dificultad para identificar con exactitud sementales de calidad superior y las bajas tasas de concepción, especialmente con semen congelado. Las ovejas que se aparean más de una vez tienen mayores posibilidades de concebir con respecto a las que se aparean una sola vez. La introducción

repentina del macho cabrío puede inducir el estro en muchas cabras el primer día, lo que puede dar por resultado que muchas de ellas no sean montadas. Los machos en temporada reproductiva pueden realizar hasta 20 servicios al día. La cópula suele realizarse antes de la ovulación, de modo que en el momento de ésta hay espermatozoides presentes en el oviducto. Otros espermatozoides se almacenan en el cuello uterino (hasta por tres días) y se liberan de manera continua en el útero, donde sobreviven unas 30 h. Los óvulos pueden permanecer viables hasta por 10-25 h (Hafez, 2002).

El manejo de la reproducción puede incluir métodos naturales o artificiales. Los métodos basados en tratamientos hormonales fueron desarrollados en países cuya explotación caprina se basa fundamentalmente en el empleo de razas lecheras, de marcada estacionalidad sexual y en régimen más o menos intensivo (por ejemplo, Saanen en Francia). El objetivo de tales tratamiento es básicamente el agrupamiento y anticipación de la época de partos (Buxadé (c), 1996).

En fin, desde la monta natural hasta la transferencia de embriones, son métodos de manejo de la reproducción en ovinos y caprinos, con el objetivo de hacer más fácil el manejo y a lograr una mayor producción posible.

### **II.3.1. SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO**

No es posible predecir con certeza a nivel individual el momento del estro en un grupo de hembras con ciclos aleatorios. La detección del estro toma tiempo, es laborioso y se encuentra sujeta a error humano (Hafez, 2002).

La sincronización del estro en un grupo de hembras permite predecir el momento de ésta etapa con un razonable grado de precisión, lo cual reduce el tiempo que se requiere para su detección (Hafez, 2002).

En resumen, podemos indicar que la sincronización resulta particularmente interesante para las especies animales cuyas hembras presentan celos estacionales y periodos de gestación relativamente prolongados (Portolano, 1990).

Existen dos métodos básicos para sincronizar los ciclos estrales en especies de granja:

- Prolongación de la fase lútea: Requiere la administración de un progestágeno durante un periodo relativamente largo, de forma que el cuerpo lúteo tenga una regresión natural durante el tiempo que la hormona se administra. Con este método el progestágeno exógeno continúa ejerciendo retroalimentación negativa en la secreción de LH después de la regresión del cuerpo lúteo. Cuando se suspende el progestágeno se observa crecimiento folicular, estro y ovulación de dos a ocho días. Generalmente, los tratamientos largos con progestágenos duran de 14 a 21 días según las especies (Hafez, 2002)
  
- Acortamiento de la fase lútea: Induce la regresión prematura del cuerpo lúteo cíclico (luteólisis). Los dos agentes luteolíticos principales son el estrógeno y la Prostaglandina F2 alfa o su análogo Cloprostenol. Con una sola inyección de PGF2 alfa hay regresión del CL en cuestión de 24 a 72 horas, y el estro y la ovulación se presentan dentro de 2 a 3 días (Hafez, 2002).

Hay dos protocolos básicos sencillos para la sincronización del estro en ovejas y cabras:

1. **Esponja de progestágenos**: Se coloca una esponja o implante de progestágeno durante 12 a 14 días en ovejas, o por 18 a 21 días en cabras. En ambas especies se administran 400-800 UI de eCG (gonadotropina coriónica). En caso de la inseminación artificial, en las ovejas se realizará a las 48 y 60 horas después de la suspensión del progestágeno, y las cabras a las 30 y 48 horas (Hafez, 2002).
2. **Prostaglandina F2 alfa**: Se puede utilizar en ovejas y cabras, aunque no proporciona ventajas reales con respecto a la combinación de progestágeno y gonadotropina coriónica. En ovejas se administran dos inyecciones de

prostaglandina con 9 días de diferencia, y se aparean durante el estro o se someten a IA doble. En cabras se inyectan dos dosis de prostaglandina con 11 – 12 días de diferencia. Es posible utilizar la monta natural o inseminación artificial cuando el estro se encuentra sincronizado. En virtud de que la prostaglandina produce aborto, es necesario diagnosticar la gestación antes de la inyección (Hafez, 2002).

### **II.3.2. MONTA NATURAL**

Se refiere al acoplamiento, cubrición, salto, cópula o coito, acto mediante el cual se produce la unión corporal entre el macho y la hembra, con el fin de que el primero deposite el semen, que incluye los espermatozoides, en la vagina de la segunda; con ello se producirá la unión de ambos gametos y tendrá lugar la fecundación (las hembras aportan el o los óvulos, desprendidos del ovario). La cubrición o acoplamiento puede realizarse en régimen libre o controlado. En el primer caso los progenitores se buscan y acoplan libremente, así ocurre en los rebaños explotados al aire libre en pastoreo; en la monta controlada el humano situará a los reproductores en condiciones de acoplarse de acuerdo con un determinado programa y siempre bajo un riguroso control (Portolano, 1990).

Contrariamente a la hembra, que solamente presenta el acoplamiento al momento del estro, el macho se halla siempre dispuesto, sobre todo en la época de reproducción (Agraz, 1989).

Bajo condiciones de manejo intensivas, las hembras pueden ser cubiertas a partir de los 6-7 meses de edad; se recomienda que las hembras alcancen el 65% de su peso adulto antes de que puedan aparearse. La cantidad de hembras que un carnero puede servir varía con la edad, el medio ambiente y la condición física del animal, siendo el promedio entre 25-30 (Friedich (a), 2001).

En un macho cabrío adulto generalmente se le asignan en promedio 50 cabras (Hafez, 2002).

### **II.3.3. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL**

La IA constituye una técnica especial en la reproducción y mejoramiento de las especies domésticas, basados en conocimiento científicos. El procedimiento consiste en obtener la muestra de semen de un semental probado, diluirla en el número de dosis convenientes, hacer sobrevivir los espermatozoides por el mayor tiempo y depositar esta dosis en el tracto genital de las hembras en celo (Agraz, 1989).

La IA en ovejas y cabras suele hacerse intracervical, ya que la inseminación uterina es muy difícil en la oveja y de escaso resultado fecundante. Sin embargo se llega también a realizar intravaginal. La inseminación en ovejas y cabras debe hacerse al final del estro y cuando los exudados vaginales comienzan a manifestar los síntomas de luteinización (cierta opalescencia y floculación); este fenómeno es fundamental, ya que cuando se insemina al principio del celo los resultados son muy escasos. Lo anterior está sujeto a errores de apreciación y de falta de experiencia, por lo que se puede hacer uso de la sincronización. En la cabra es preciso inyectar volúmenes un poco mayores que en la oveja. La disposición especial del conducto cervical requiere un volumen de inseminación no inferior a 0.4 ml de semen puro y dosis de 0.5-1 ml de semen diluido (Pérez, 1985).

Conviene situar el semen diluido en pajillas de tipo medio (0.5ml) con una concentración de 150 a 300 millones de espermatozoides. Cuando se trata de cabras en estro natural la inseminación mas recomendable es aquella que inyecta 60 millones de espermatozoides, es decir, 0.25 ml de volumen. En celo provocado conviene practicar la inseminación con 200 millones e incluso repetir la intervención hasta situar 400 millones 24 horas después (Pérez, 1985).

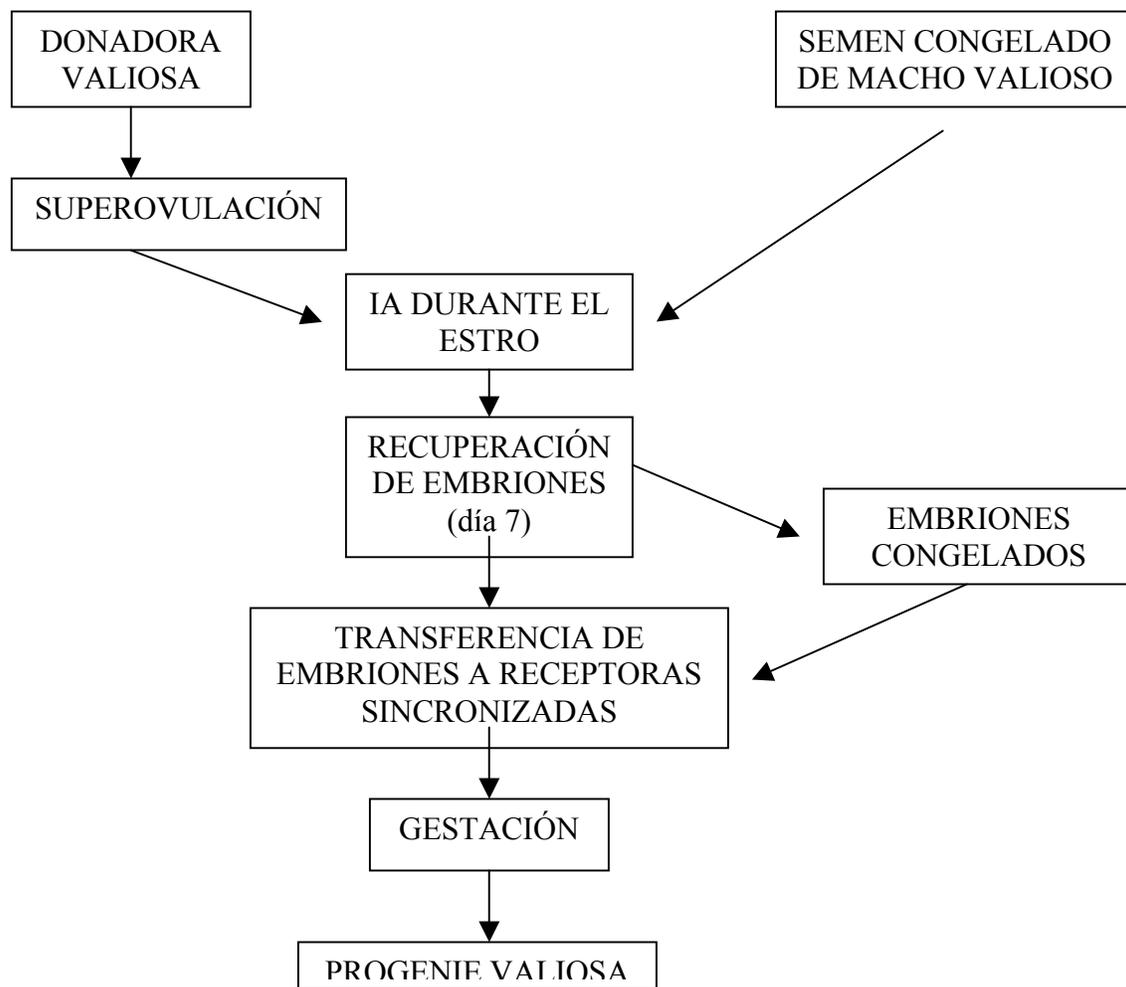
El material puede ser un vaginoscopio, un iluminador artificial, una jeringa y catéter para IA (en caso de semen fresco), pistola de IA para pajillas de 0.25 o 0.5 (en caso de semen congelado), básicamente. Existe material más sofisticado para este procedimiento, sin embargo el principio será el mismo (Pérez, 1985).

### II.3.4. TRANSFERENCIA DE EMBRIONES

La historia de la transferencia de embriones se remonta a 1891 cuando Heape realizó con éxito la primera transferencia embrionaria en conejos. A partir de ese momento se han informado transferencias embrionarias exitosas en todo tipo de animales de granja (Hafez, 2002).

El método a seguir de manera resumida es el mostrado en la figura 4.

Figura 4. Esquema de los pasos relacionados con la transferencia embrionaria.



Fuente: Hafez, 2002.

Dos pasos importantes y de los más complicados en la transferencia embrionaria son la recolección de los embriones de las hembras receptoras y la transferencia a las hembras receptoras (ver cuadro 2) (Hafez, 2002).

Cuadro 2. Métodos actuales de recolección y transferencia de embriones en ovejas y cabras.

ESPECIE	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN	DÍAS A PARTIR DEL ESTRO	TÉCNICA DE TRANSFERENCIA
OVEJA	Laparotomía ventral media	3 a 6	Uterina, con laparotomía ventral media
	Transcervical	5 a 6	Transcervical
	Laparoscopia	5 a 6	Laparoscopia, transferencia uterina
CABRA	Laparotomía	3 a 4	Laparotomía ventral media
	Transcervical	3 a 4	Transcervical
	Laparoscopia	3 a 4	Laparoscopia

Fuente: Hafez, 2002.

La mayor parte de transferencias se realizan en ovejas y cabras por laparotomía ventral media, bajo anestesia general o local mientras el animal se encuentra inmovilizado en una cuna de laparotomía. Los embriones se transfieren a través de la incisión media ventral, con una o dos gotas de medio en el oviducto o cuerno uterino. Para realizar la transferencia en el oviducto, la punta de una pipeta capilar que contiene a los embriones se inserta por el infundíbulo para depositar el embrión en el ampulla. Cuando la transferencia es hacia el útero, se pinza la pared del cuerno con aguja roma, y los embriones se expulsan de la pipeta capilar introducida en la luz uterina. La transferencia de embriones al útero puede realizarse por laparoscopia (Hafez, 2002).

La transferencia de embriones no es una técnica rutinaria, es utilizada con fines de investigación o en centros especializados, por lo que su utilización en explotaciones no es frecuente por su alto costo y lo sofisticado de su procedimiento.

## **II.4. ENDOCRINOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN**

La endocrinología de la reproducción es una de las ciencias biológicas de más rápido desarrollo. Por una parte, se pretende encontrar vías socialmente aceptadas para reducir la capacidad procreadora de la explosiva población mundial; por otra, hay una gran necesidad de mantener altos niveles reproductores en nuestros animales domésticos para proporcionar una nutrición adecuada para ésta población humana en rápida expansión (Dukes, 1981).

Con el paso del tiempo, el control de la reproducción en los mamíferos ha cambiado del sistema nervioso central (SNC) a su regulación por dos sistemas separados, el SNC y el sistema endocrino. El sistema endocrino y el sistema nervioso funcionan para iniciar, coordinar o regular las funciones del sistema reproductor. A diferencia del sistema nervioso, que controla las funciones del cuerpo a través de impulsos nerviosos eléctricos rápidos, el sistema endocrino utiliza mensajeros químicos u hormonas para regular procesos corporales lentos, como el crecimiento y la reproducción (Hafez, 2002).

### **II.4.1. GLÁNDULAS Y HORMONAS INVOLUCRADAS EN LA REPRODUCCIÓN**

La endocrinología es el estudio de las glándulas endocrinas y sus productos de secreción, las hormonas, las cuales proveen un medio de comunicación químico entre las células (ver cuadro 3). La primera hormona descrita por Bayliss y Starling en 1906, fue la secretina, con la cual se establece la definición de hormona: Sustancia secretada por glándulas especializadas que no poseen conductos de salida (glándulas endocrinas) y es

transmitida por vía sanguínea para realizar efectos específicos en células pertenecientes a tejidos alejados a ellas. La palabra hormona proviene del griego *hormaeim* que significa “poner en movimiento” (Galina, 1991).

Las *prehormonas* son secretadas por la glándula endocrina hacia la circulación sanguínea y son atrapadas por el órgano blanco. Por lo común, estas prehormonas tienen una actividad biológica muy baja y al llegar al órgano blanco, son convertidas en hormonas activas (Galina, 1991).

Antes de hablar de las hormonas de la reproducción, es conveniente revisar brevemente la anatomía funcional del hipotálamo, hipófisis, glándula pineal y gónadas (Hafez, 2002).

- **Hipotálamo:** Ocupa una pequeña parte del cerebro, la del tercer ventrículo, que se extiende desde el quiasma óptico hasta los cuerpos mamilares. Existen conexiones neurales entre el hipotálamo y el lóbulo posterior de la hipófisis a través del tracto hipotalámico – hipofisiario y conexiones vasculares entre el hipotálamo y el lóbulo anterior de la hipófisis. La sangre arterial entra a la hipófisis a través de las arterias hipofisiarias superior e inferior. La superior forma asas capilares en la eminencia media y la pars nerviosa. De estos capilares fluye la sangre hacia el sistema portal hipotalámico-hipofisiario, que empieza y termina en capilares sin pasar a través del corazón, de esta forma se da una retroalimentación de vía corta (Hafez, 2002).
- **Hipófisis (glándula pituitaria):** Se localiza en la silla turca, una depresión ósea en la base del cerebro. Se subdivide en lóbulo anterior, medio y posterior. Las hormonas hipofisiarias que tienen un efecto directo sobre la reproducción son las gonadotropinas (LH y FSH) y la prolactina que se producen en la adenohipófisis, y la oxitocina que se produce en el hipotálamo pero que se almacena y libera en la neurohipófisis (Galina, 1991).
- **Glándula pineal (epífisis):** Se origina como una evaginación neuroepitelial de la parte superior del tercer ventrículo debajo del extremo posterior del cuerpo calloso. En los mamíferos funciona como una glándula endocrina. Su actividad

está influenciada por los ciclos de luz-oscuridad y estacional, causando así que su función sea muy importante en el control neuroendocrino de la reproducción. La glándula convierte la información neural de los ojos relacionada con la duración de la luz del día en una producción endocrina de melatonina, que es secretada al torrente sanguíneo y al líquido cefalorraquídeo (Hafez, 2002).

- **Gónadas:** Desempeñan una doble función. La gametogénesis y la secreción de hormonas gonadales. En el ovario las células de la teca interna del folículo de Graaf son la fuente primaria de estrógenos circulantes, además de Activinas, Folistatina, etc. Después de la rotura del folículo (ovulación), las células de la granulosa y de la teca son remplazadas por el cuerpo lúteo, que secreta progesterona, entre otras como la Relaxina (Hafez, 2002).

También la placenta es un órgano temporal (gestación) que funge como una glándula endocrina, ya sea idéntica a, o con una actividad biológica similar a la de hormonas de la reproducción en los mamíferos: gonadotropina coriónica, lactógeno placentario, estrógenos, progesterona, proteína B de la preñez, etc... (Hafez, 2002).

Otros diversos tejidos del cuerpo producen mediadores químicos importantes para la reproducción, tales como las Prostaglandinas (principalmente la F2 alfa); la mayor parte de prostaglandinas actúan localmente en el lugar de su producción mediante una interacción célula a célula y por lo tanto, no entran exactamente en la definición clásica de hormona. La PGF2 alfa es el agente luteolítico natural que finaliza la fase lútea y permite el inicio de un nuevo ciclo estral en ausencia de fertilización. Esta es particularmente potente para finalizar la preñez temprana (Hafez, 2002).

Las hormonas primarias de la reproducción regulan los diferentes procesos reproductivos, mientras que las secundarias o metabólicas influyen en la reproducción de manera indirecta. Las hormonas primarias están involucradas en muchos aspectos de los procesos reproductivos: espermatogénesis, ovulación, comportamiento sexual, fertilización, implantación, mantenimiento de la gestación, parto, lactancia y comportamiento materno.

Cuadro 3. Principales hormonas participantes en la reproducción mamífera en la hembra.

<b>HORMONA</b>	<b>ORIGEN</b>	<b>FUNCIÓN</b>
Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH)	Hipotálamo	Estimula la liberación de LH y FSH por la hipófisis anterior.
Hormona liberadora de prolactina (PRH)	Hipotálamo	Estimula liberación de prolactina.
Hormona inhibidora de prolactina (PIH)	Hipotálamo	Estimula inhibición de prolactina.
Oxitocina	Se produce en el hipotálamo y se almacena en la hipófisis posterior.	Induce las contracciones uterinas, la descarga de leche y facilita el transporte de los gametos.
Hormona folículo estimulante (FSH).	Hipófisis anterior	Estimula al folículo a producir estrógeno.
Hormona luteinizante (LH)	Hipófisis anterior	Estimula la ovulación y luteinización del folículo ovárico.
Prolactina (PRL)	Hipófisis anterior	Promueve la lactancia y la conducta materna,
Estrógeno	Teca interna del folículo ovárico y placenta.	Promueve el comportamiento sexual, estimula el desarrollo de características sexuales secundarias, efectos anabólicos.
Progesterona	Cuerpo lúteo y placenta,	Actúa junto con el estrógeno para promover el comportamiento estral y preparar al aparato reproductor para la implantación y mantenimiento de la gestación.
Gonadotropinas coriónicas	Placenta	Conserva la actividad del cuerpo lúteo durante la gestación.
Lactógeno placentario	Placenta	Promueve el desarrollo de la glándula mamaria y del cuerpo lúteo durante la gestación. Regula el paso de nutrientes de madre al feto.
Relaxina	Cuerpo lúteo	Dilata el cuello uterino; causa contracciones uterinas.
Activinas	Líquido folicular	Estimula la secreción de FSH.
Inhibinas	Células de la granulosa	Inhibe la liberación de FSH a un nivel que mantiene el número específico de ovulaciones por especie.
Folistatina	Líquido folicular ovárico	Modula la secreción de FSH.
Melatonina	Glándula pineal	Estimula el inicio de la época de reproducción en ausencia de luz por días cortos.

Fuente: Carlson, 1990 y Hafez, 2002.

Las interacciones entre ovarios, adenohipófisis e hipotálamo son esenciales para la transformación de cada folículo ovárico primario en folículo maduro, el cual se rompe (ovula), y se libera un óvulo. Durante el proestro y estro, la concentración basal de FSH promueve la secreción de estradiol por las células de la granulosa así como la maduración de folículos ováricos. La elevación drástica de estradiol circulante aumentan la producción hipotalámica de GnRH y resulta en mayor producción hipofisiaria de FSH y LH. El aumento de LH se relaciona con la ovulación si ésta es espontánea. Después de la ovulación, durante el metaestro y diestro, la secreción basal de FSH y LH provoca que las células de la granulosa proliferen y sufran cambios estructurales y bioquímicos que les ayudan a producir grandes cantidades de estradiol y progesterona, lo que refleja la transformación progresiva de células foliculares en células lúteas. Durante la fase lútea, la abundancia de progesterona induce a la hipófisis para producir FSH para el siguiente ciclo. La regresión del cuerpo lúteo para iniciar otro ciclo en ausencia de gestación se da por efecto de un eicosanoide, la Prostaglandina F2 alfa, sintetizado de forma importante en el útero. Este eicosanoide constriñe los vasos uteroováricos y provoca isquemia en el cuerpo lúteo, la cual interfiere con la producción de progesterona (Ruckebusch, 1994).

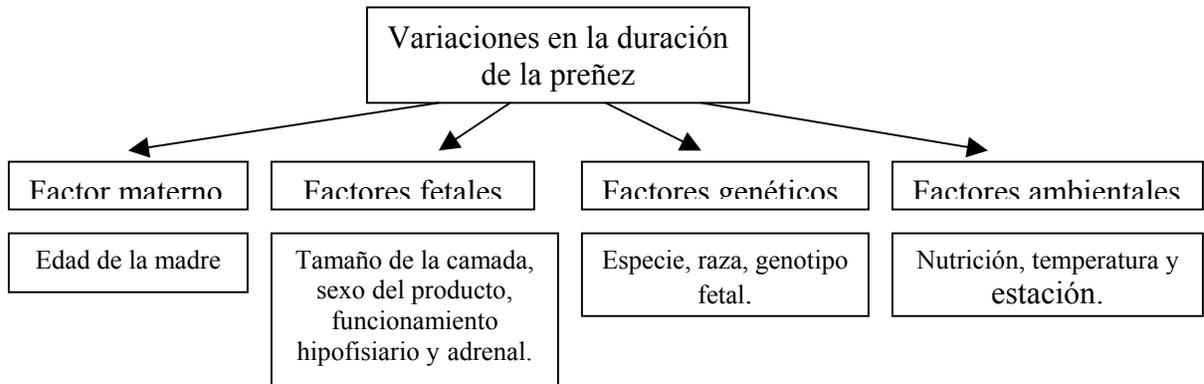
## II.5. FISIOLÓGÍA DE LA GESTACIÓN

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 reabsorción embrionaria o un aborto (Galina, 1991).

La gestación es un acontecimiento importante en la vida e las hembras, pues las transformaciones que comprende no afectan solamente al aparato genital, sino al resto del organismo. El metabolismo de la madre sufre profundas modificaciones durante la gestación, pues debe de proveer al feto de todos los principios nutritivos en cantidad suficiente (Ketz, 1979).

La duración de la gestación está determinada genéticamente, aunque puede ser modificada por factores maternos, fetales, genéticos y ambientales (ver figura 5). En promedio la gestación de la oveja es de 148 días y en la cabra de 150 (Hafez, 2002).

Figura 5. Variaciones en la duración de la preñez.



Fuente: Hafez, 2002.

### **II.5.1. FECUNDACIÓN**

La fecundación o fertilización es la unión de dos células germinales: el óvulo y el espermatozoide. En este fenómeno se centra todo el proceso de la reproducción de los seres de reproducción sexual y se puede considerar como el punto de partida en la producción animal (Galina, 1991).

La fecundación del espermatozoide hacia el óvulo ocurre en ovejas y cabras en el ámpula del oviducto. Este fenómeno implica básicamente a 4 etapas:

1. Quimioatracción del espermatozoide al óvulo.
2. Adherencia a la zona pelúcida.
3. Penetración de la zona pelúcida y la reacción acrosómica.
4. Adherencia de la cabeza espermática a la membrana del óvulo, rotura del área de fusión y liberación del núcleo espermático en el citoplasma del óvulo (Mc.Donald, 1991)

Tanto el carnero como el macho cabrío eyaculan un pequeño volumen de semen con altas concentraciones de espermatozoides. La cópula suele realizarse antes de la ovulación, de modo que en el momento de ésta hay espermatozoides presentes en el oviducto. Otros espermatozoides se almacenan en el cuello uterino (hasta por tres días) y se liberan de manera continua en el útero, donde sobreviven unas 30 horas. En ambas especies, los óvulos entran en el útero unas 72 h después de la ovulación (Hafez, 2002).

En el proceso de maduración del óvulo, este reanuda la meiosis a partir de la profase I de la primera división meiótica cuando comienza a madurar durante la foliculogénesis. El óvulo está en la metafase II de la segunda división meiótica cuando ocurre la ovulación. La maduración y la meiosis del óvulo no se completan sino hasta que se termina la fecundación, cuando el óvulo se convierte en cigoto (Hafez, 2002).

Los espermatozoides culminan su proceso de maduración y se convierten en células aptas para la fertilización al experimentar en el interior del aparato genital de la hembra un cambio fisiológico que le confiere mayor movilidad y la facultad de emitir enzimas proteolíticas por la región acrosómica de la cabeza. Este cambio se denomina “capacitación espermática” (Buxadé (a), 1995).

Los componentes de la superficie espermática son modificados y eliminados por secreciones del aparato reproductor femenino, lo que desestabiliza la bicapa fosfolipídica y permite la activación acrosomal. La capacitación causa cambios acrosomales necesarios para que el espermatozoide penetre en las estructuras del óvulo, impidiendo también la activación acrosomal prematura (Hafez, 2002)

El cervix de la oveja controla el desplazamiento espermatozoico y posiblemente también ejerce un efecto selectivo sobre la población de espermatozoides depositados en la vagina anterior. Solo una fracción de espermias pasan al útero. La unión útero-tubárica posteriormente selecciona los espermatozoides que pasan del útero al oviducto (Mc.Donald, 1991).

En los mamíferos, para la fecundación se requieren tres acontecimientos críticos:

**a) Migración del espermatozoide entre las células monticulares:** Los óvulos están rodeados por el cúmulo ovígeno en el momento de la ovulación, pero éste se rompe durante la ovulación o poco después en ovejas y cabras. En consecuencia la primer etapa importante de la fertilización es el paso de los espermatozoides a través de la zona pelúcida (Dukes, 1981).

**b) Fijación del espermatozoide y migración a través de la zona pelúcida:** La unión de la cabeza del espermatozoide a la zona pelúcida es regulada por sitios receptores en la superficie de ésta. La presencia de glucosiltransferasa, proteinazas y glucosidasas en la membrana plasmática que cubre la cabeza del espermatozoide podría causar la unión a ZP3 a través de un mecanismo de llave/cerradura como el de una enzima y su sustrato. ZP3

funciona como un receptor de espermatozoides al que se pueden unir únicamente espermatozoides con acrosoma intacto. La penetración de los espermatozoides en la zona pelúcida ocurre en los 5 a 15 minutos que siguen a la fijación. Es esencial que el gameto masculino tenga el acrosoma intacto. La unión de la cabeza del espermatozoide a ZP3 permite que ocurran interacciones con otros componentes de la zona, los cuales estimulan la activación del acrosoma. El número de enzimas presentes en la membrana acrosómica o que se unen a ella sugiere que durante la penetración actúa de manera sinérgica una combinación de enzimas, pero también se requiere de la motilidad espermática (Hafez, 2002)

**c) Fusión de las membranas plasmáticas de espermatozoide y óvulo:** La reacción acrosomal es un requisito previo para la fusión entre membranas plasmáticas de los gametos femenino y masculino, y los óvulos de la zona pelúcida libre no pueden experimentar fusión con espermatozoides que no han pasado por la activación acrosómica. La fijación del gameto masculino ocurre inicialmente en el segmento ecuatorial de la cabeza espermática (Hafez, 2002).

En ciertas especies la penetración del espermatozoide es total, pero en otras como la oveja y la cabra, queda limitada exclusivamente a la cabeza, permaneciendo la cola en el exterior (Buxadé, 1995).

Inmediatamente después de la fecundación, la superficie ovular cambia para impedir la fusión de más espermatozoides. Cuando este mecanismo falla puede producirse la fecundación poliespérmica, con la formación de embriones poliploides que mueren pronto o sufren desarrollo anormal. El bloqueo inicia cuando los gránulos corticales son liberados al espacio perivitelino, causando una amplia reorganización de la zona pelúcida y/o de la superficie vitelina, la “reacción cortical”. La reacción cortical resulta en la liberación de enzimas que causan el endurecimiento de la zona pelúcida e inactivación de los receptores espermáticos ZP3. Al penetrar el espermatozoide la membrana vitelina, el óvulo es activado, completa la meiosis y expulsa el segundo cuerpo polar al espacio perivitelino (Hafez, 2002).

Una vez dentro, la envoltura nuclear del espermatozoide se desintegra y el material de cromatina liberado experimenta una descondensación. La envoltura nuclear del espermatozoide es rápidamente remplazado por una nueva envoltura dentro del citoplasma del óvulo, formando así el pronúcleo masculino. Una vez que los pronúcleos están cerca, las envolturas nucleares se dispersan, permitiendo que se mezclen los cromosomas. Asociada a estos fenómenos está el inicio de la síntesis de DNA a partir de precursores citoplásmicos. Los cromosomas son agregados en la profase de la primera segmentación celular, resultando en la formación de un cigoto y la restauración del estado diploide. El proceso de fecundación permite la combinación de elementos hereditarios maternos y paternos (Hafez, 2002).

Después de la etapa de cigoto (etapa de una célula), los embriones experimentan varias divisiones mitóticas. El cigoto es bastante grande y tiene baja proporción núcleo/citoplasma. Para lograr una proporción similar a la de las células somáticas, experimentan divisiones celulares sin aumento de la masa celular. A este proceso se le denomina “segmentación”. La segmentación del cigoto o huevo consiste en la división vertical a lo largo del eje principal, las células hijas resultantes son llamadas “blastómeros”. Esta secuencia de duplicaciones continúa durante el periodo de segmentación temprana. Las segmentaciones son siempre mitóticas, y por ello cada blastómero recibe el juego completo de cromosomas. Una vez que el embrión ha formado de 9 a 16 blastómeros, y en algunos casos más se denomina “mórula”, y en esta etapa es transportado al útero, donde continúa su división (Hafez, 2002).

Al parecer las prostaglandinas de la serie F, que actúan localmente, impiden el tránsito del embrión hasta el útero, mientras que los de la serie E posiblemente aceleren dicho transporte (Hafez, 2002).

## **II.5.2. DESARROLLO EMBRIONARIO TEMPRANO**

El desarrollo de uniones intercelulares estrechas de la mórula durante la compactación es seguido de la acumulación de líquido con la cavidad central formando el blastocele. La expansión del blastocele coloca las células de la mórula compactada en la parte de adentro o en la de afuera de la vesícula llena de líquido. Este posicionamiento lleva a la formación del trofoblasto (capa celular externa) y a la masa celular interna (embrioblasto) que se fija en un polo abajo del trofoblasto. La diferenciación de estas dos capas celulares específicas proporcionan las células iniciales que finalmente contribuyen a la formación de la placenta y del embrión (Hafez, 2002).

La liberación del blastocisto o escape de la zona pelúcida ocurre dentro de la luz uterina entre los cuatro a ocho días después de la ovulación. La liberación del blastocisto se logra a través de la combinación de acciones físicas y enzimáticas de la vesícula en expansión, y se debe a una hiperplasia celular y al aumento de la acumulación de líquido en el blastocele. La activación de enzimas como la plasmina y la tripsina por el blastocisto y/o el útero causa el reblandecimiento de la zona matriz, permitiendo al blastocisto expandirse y romper la zona a lo largo de su plano ecuatorial. La ruptura de la zona le permite al blastocisto salir entre los dos bordes de la apertura. El escape del blastocisto de la zona pelúcida da el primer contacto célula a célula entre el embrión y el epitelio uterino materno. El contacto celular es esencial para el intercambio de nutrientes y la fijación de la placenta (Hafez, 2002).

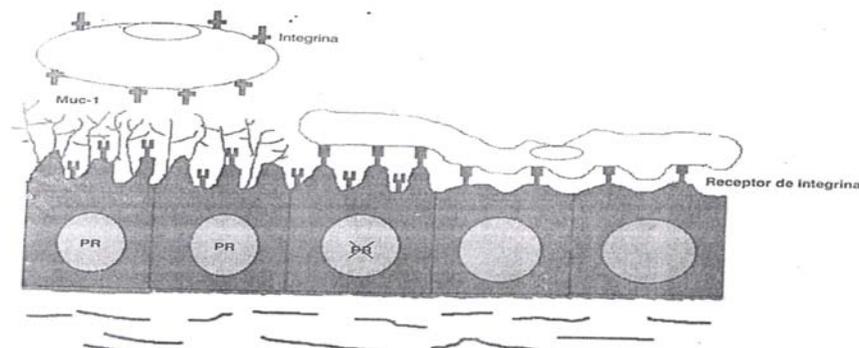
## **II.5.3. FIJACIÓN DEL EMBRIÓN**

Poco después de la liberación del blastocisto, este entra en una fase de crecimiento y desarrollo rápido. El día 11 post-estro en la oveja el embrión experimenta un crecimiento logarítmico y una fase de elongación. Esta rápida elongación se debe a la hiperplasia continua del trofoblasto. La expansión del trofoblasto permite al embrión extender sus

membranas placentarias en el útero y bloquear la síntesis de  $\text{PGF}_2\alpha$  para evitar la luteólisis (Hafez, 2002).

La superficie apical del epitelio uterino inicialmente está cubierta por un grueso glucocáliz que se desvanece conforme se acerca el momento de la fijación del embrión. Una glucoproteína transmembranosa, llamada Muc-1, es abundante durante la fase no receptiva de la preñez y puede servir como factor antiadherente. El momento de la fijación se puede regular por el tiempo que el endometrio uterino está expuesto a la estimulación de la progesterona. Después de 8 a 10 días de exposición a la progesterona, la disminución de receptores nucleares para dicha hormona en el epitelio uterino conduce a la pérdida del efecto directo de la progesterona en este tipo de célula. Como la síntesis epitelial de Muc-1 es estimulada por la progesterona. La pérdida de receptores del epitelio uterino reducirá la producción de Muc-1 y se abrirá un estado receptivo para la adhesión del embrión, uniéndose las integrinas de la superficie embrionaria con sus receptores de la pared uterina (Hafez, 2002).

Figura 6. Fijación del embrión en ovinos y caprinos.



Fuente: Hafez, 2002.

La fijación del embrión en las especies rumiantes incluye áreas carunculares e intercarunculares del endometrio uterino. Primero ocurre una fijación transitoria mientras el embrión ovino desarrolla vellosidades en forma de dedos (papilas) que se proyectan en el interior de la luz de las glándulas uterinas. Estas papilas proporcionan un anclaje temporal y una estructura absorbente para el embrión mientras progresa una fijación más

completa. La pérdida o la reducción en la altura de las microvelocidades de la superficie trofobástica permite un contacto cercano de la superficie con las microvelocidades del epitelio uterino (Hafez, 2002).

La fijación de la placenta en los rumiantes se caracteriza por la presencia de células binucleadas que surgen de células uninucleadas del trofoblasto. Las células binucleadas aparecen por primera vez el día 17 y están presentes durante toda la gestación. Estas células migran y se fusionan con el epitelio de la superficie uterina subyacente para formar células multinucleadas o un sincitio, que puede estar involucrado en la protección inmunológica del embrión y en la transferencia de lactógeno placentario sintetizado por las células binucleadas hacia la circulación vascular materna (Hafez, 2002).

#### **II.5.4. GASTRULACIÓN Y PLACENTACIÓN**

Con la formación del blastocisto se termina la Segmentación y se iniciará la siguiente etapa denominada “Gastrulación”. La gastrulación es el conjunto de procesos morfogenéticos que ocurren en el embrión y que dan como resultado la formación de hojas blastodérmicas (Appendini, 1993).

Este fenómeno se inicia cuando el embrioblasto se divide en dos capas de células; una se localiza hacia la cavidad ó blastocele y se denomina **endodermo**. La otra capa se localiza hacia la parte externa y se denomina **ectodermo**. Cuando las dos capas de células se han formado el embrioblasto cambia de nombre y se denomina **disco** o **embrión bilaminar**. Sobre el ectodermo el embrión sufre una diferenciación celular, observándose una región en donde las células proliferan, se redondean y se invaginan formando una línea denominada línea primitiva, que continúa con un desarrollo abultado y se denomina nudo primitivo, hasta que finalmente se hace más evidente y profundo y se denomina surco primitivo. A partir de este surco primitivo migran células que se colocan entre el ectodermo y el endodermo originando una tercera hoja blastodérmica denominada **mesodermo**, formando así un embrión trilaminar elongado (alargado) (Appendini, 1993).

El siguiente paso importante para la gestación es la formación de la placenta. Esta es una estructura que permite un efectivo contacto de tipo vascular entre las membranas fetales y la superficie del endometrio materno, a través del cual tiene lugar el intercambio de oxígeno y principios nutritivos aportados por la sangre materna y el CO<sub>2</sub> y los productos de excreción aportados por la sangre fetal. Aparte de esta función metabólica la placenta protege y aísla el feto, teniendo también una importante misión endocrina para el mantenimiento de la gestación (Buxadé (a), 1995)

Durante y después de la fijación, se origina en el embrioblasto una prolongación del mesodermo extraembrionario y migra entre el trofoectodermo y el endodermo. Esta capa mesodérmica se separa y se combina con el trofoectodermo para formar el saco vitelino. El mesodermo también contribuye a la formación del amnios y del alantoides que forman como una prolongación de la parte caudal del intestino del embrión. El amnios se forma sobre el embrión conforme éste cae adentro de la vesícula y el corion se dobla y se fusiona sobre la parte de arriba. El saco vitelino sufre regresión entre la segunda y tercera semana de preñez, mientras que el alantoides se expande para fusionarse con el corion (Hafez, 2002).

Desde el punto de vista anatómico la placenta fetal se encuentra diferenciada en tres membranas:

- Amnios: Es la envoltura más interna que rodea al feto. En su interior se llena de líquido amniótico que es el medio en donde flota el producto durante su vida intrauterina. Su papel fundamental es de índole nutritivo, ya que el feto absorbe y deglute grandes cantidades de líquido amniótico. Su contenido es rico en sales minerales, seroalbúminas, grasas, fructosa y aminoácidos esenciales.
- Alantoides: Esta fina membrana aparece como un divertículo en la parte posterior del intestino. En su parte externa va a ir desarrollando una abundante red vascular vinculada a la aorta fetal por las arterias umbilicales. El alantoides se fusiona con el trofoblasto, constituyendo el alantocorion. Entre las capas internas y externas del

alantoides se encuentra la cavidad alantoidea, que básicamente almacena los productos de desecho de los riñones fetales.

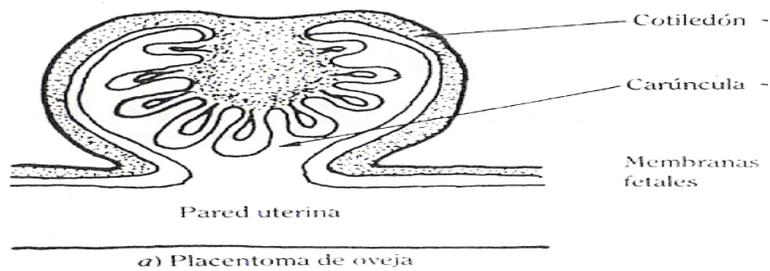
- Corion: Es la envoltura más externa derivada del trofoblasto, siendo un saco cerrado que alberga al resto de las membranas fetales y al feto (Buxadé (a), 1995).

Otras dos estructuras que se presentan anexas a la placenta son el saco vitelino y el cordón umbilical. El saco vitelino se desarrolla a partir del endodermo al inicio del periodo embrionario, desapareciendo pronto y quedando como un residuo dentro de las membranas fetales. Su misión es nutritiva en los primeros estadios de la gestación, pero su importancia decae a medida que se instaura la placenta definitiva (Buxadé (a), 1995).

El cordón umbilical tiene su origen en las envolturas del amnios en el pedúnculo vitelino, y su función es envolver a los vasos alantoideos y constituir el vínculo vascular entre la madre y el feto (Hafez, 2002).

La placenta de ovejas y cabras se puede clasificar desde el punto de vista macroscópico como cotiledonaria cóncava y desde el punto de vista microscópico o histológico como epiteliocorial. La clasificación de cotiledonaria se le da porque el útero está en contacto con los cotiledones de la placenta fetal; los cotiledones son estructuras formadas por acúmulo de vellosidades coriónicas muy vascularizadas. Al unirse un cotiledón con una carúncula forma lo que se denomina “placentoma” (ver figura 7). En las borregas existen de 80 a 90 placentomas. En la oveja y la cabra la carúncula se eleva sobre el endometrio de forma cóncava, y el cotiledón es convexo (Galina, 1991).

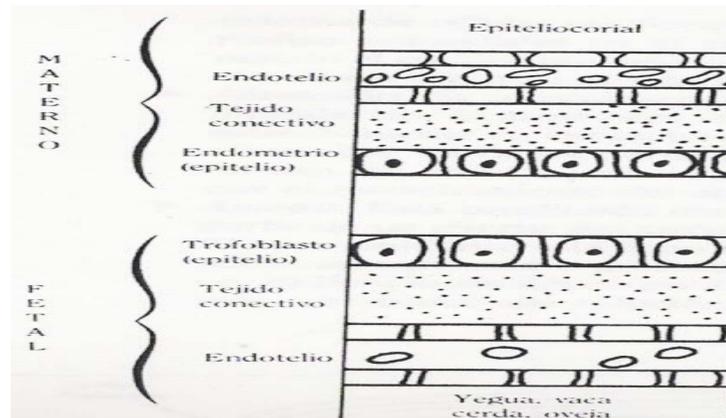
Figura 7. Placentoma de oveja



Fuente: Galina, 1991.

La clasificación epiteliocorial se le da porque la placenta se constituye de 6 capas histológicas en donde el epitelio uterino entra en contacto con el corion intacto (ver figura 8) (Galina, 1991).

Figura 8. Capas histológicas de la placenta epiteliocorial.



Fuente: Galina, 1991.

Las especies ovina y caprina son ovuladoras espontáneas y muestran ciclos estrales que dependen del útero. Una coordinación cercana entre procesos dinámicos en el endometrio uterino y el ovario es decisiva para establecer un ambiente uterino apropiado para la preñez. La presencia del CL es esencial para el establecimiento de la preñez. El embrión sintetiza y secreta esteroides y/o proteínas para señalar su presencia al sistema materno. Estas moléculas sirven para modular la síntesis y/o liberación de  $\text{PGF}_2\alpha$  luteolítica del útero y evitar la regresión del cuerpo lúteo. El periodo decisivo en el que el embrión emite la señal para el bloqueo de la luteólisis y permite que se establezca la preñez se denomina

“reconocimiento materno de la preñez”. En la oveja, las proteínas secretadas por el embrión entre los días 12 y 21 de la preñez inhiben la producción de PGF<sub>2</sub>alfa por el endometrio uterino. El producto antiluteolítico es una proteína ácida de bajo peso molecular producida por el embrión de oveja, primero denominada proteína 1 del trofoblasto ovino (o TP-1), y es ahora clasificada como un tipo de interferón único llamado interferón tau ovino (o IFN<sub>τ</sub>). Bajo la influencia de la progesterona, el endometrio uterino libera muy poca PGF<sub>2</sub>alfa y parece insensible a la estimulación por estrógenos u oxitocina, proceso conocido como “bloqueo de progesterona” (Hafez, 2002).

### **II.5.5. DESARROLLO FETAL**

El periodo fetal se extiende desde el día 34 de la gestación en ovejas aproximadamente, hasta el nacimiento. Se caracteriza por crecimiento y cambios en la forma del individuo en desarrollo, básicamente se permite distinguir desde el punto de vista anatómico las principales estructuras de la especie a la que pertenece (Hafez, 2002).

Al principio de la gastrulación se pueden distinguir tres hojas embrionarias por su disposición y su morfología, ya se han iniciado los procesos de diferenciación celular y a partir de estas se formarán todos los tejidos y órganos de los individuos (ver cuadro 4). (Appendini, 1993).

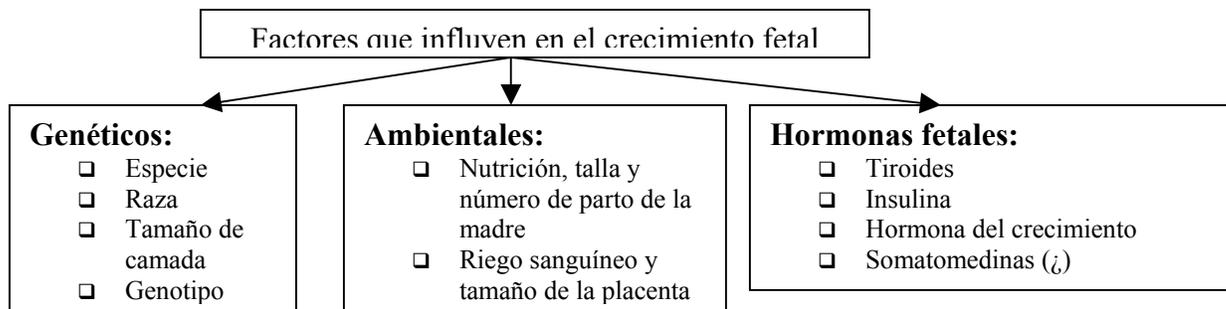
Cuadro 4. Origen blastodérmico de los órganos y estructuras fetales.

<b>ECTODERMO</b>	<b>ENDODERMO</b>	<b>MESODERMO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Epidermis y sus anexos</li> <li><input type="checkbox"/> Médula adrenal</li> <li><input type="checkbox"/> Esmalte dental</li> <li><input type="checkbox"/> Epitelios y neuroepitelios de los órganos de los sentidos</li> <li><input type="checkbox"/> Sistema nervioso</li> <li><input type="checkbox"/> Adenohipófisis</li> <li><input type="checkbox"/> Epitelio de los genitales externos femeninos</li> <li><input type="checkbox"/> Parte de los epitelios de la cavidad nasal, boca y recto</li> <li><input type="checkbox"/> Cristalino</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Membranas mucosas del aparato digestivo y respiratorio</li> <li><input type="checkbox"/> Epitelios de la vejiga, uretra masculina y parte de la femenina</li> <li><input type="checkbox"/> Glándulas de secreción interna.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Tejidos conjuntivos</li> <li><input type="checkbox"/> Tejidos musculares</li> <li><input type="checkbox"/> Endotelios</li> <li><input type="checkbox"/> Mesotelios (peritoneo, pleura y pericardio)</li> <li><input type="checkbox"/> Microglia</li> <li><input type="checkbox"/> Epitelios de riñón y uréteres</li> <li><input type="checkbox"/> Tejidos hematopoyéticos</li> <li><input type="checkbox"/> Corteza adrenal</li> <li><input type="checkbox"/> Epitelios del aparato genital masculino y femenino</li> </ul>

Fuente: Appendini, 1993.

La rapidez del crecimiento fetal depende principalmente del aporte de nutrientes y de la capacidad del feto a utilizarlos. De este modo, existe una estrecha integración entre el suministro de alimento al feto (factores ambientales), la rapidez de división celular (factores genéticos) y, por tanto, la velocidad de crecimiento (ver figura 9) (Hafez, 2002).

Figura 9. Factores que influyen en el crecimiento fetal.

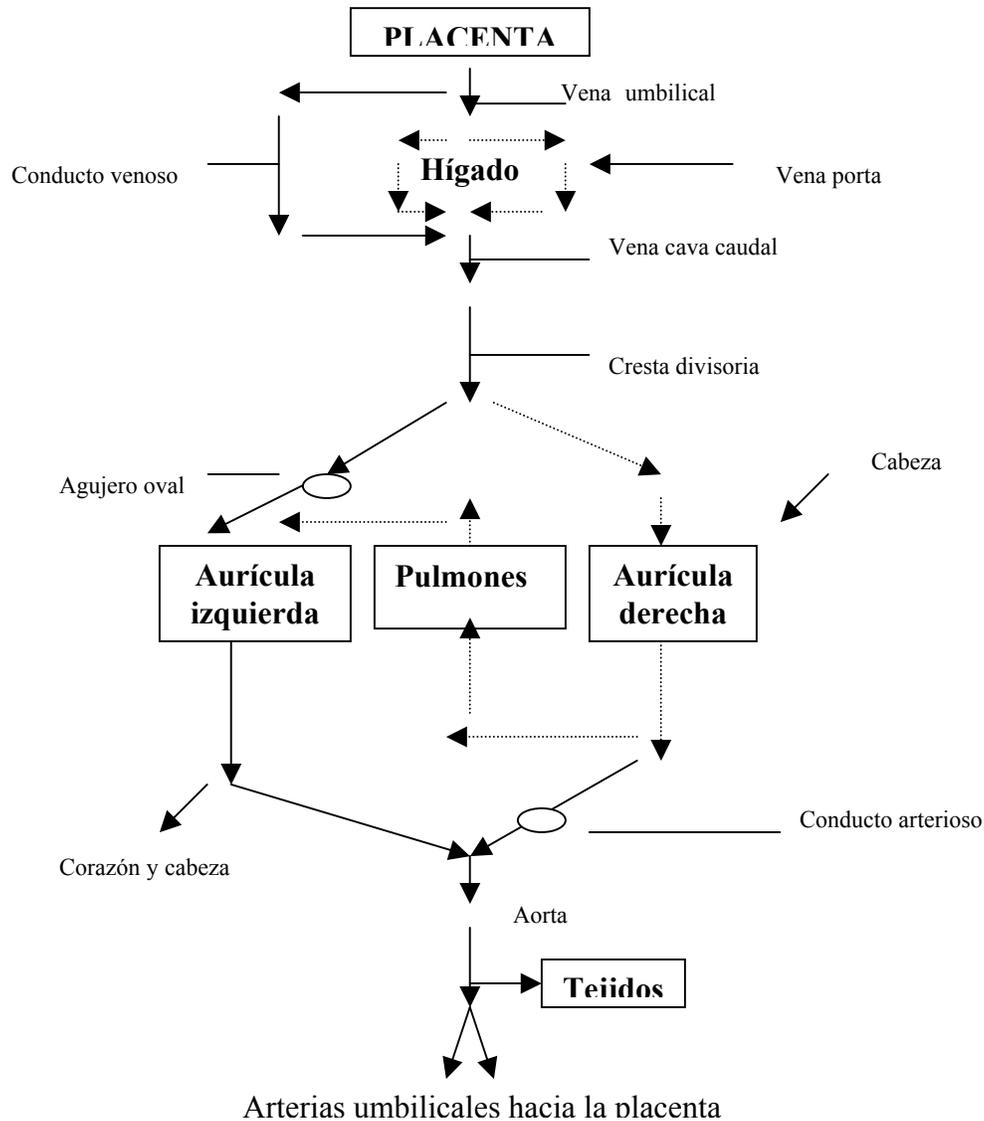


Fuente: Hafez, 2002.

La circulación fetal es esencialmente similar a la del adulto, excepto que la oxigenación de la sangre ocurre en la placenta y no en los pulmones (ver figura 10). También tiene varias derivaciones que dirigen la sangre oxigenada a los tejidos. Una parte importante de la sangre de la vena umbilical se desvía a través del conducto venoso en el hígado hacia la porción caudal de la vena cava, para evitar el metabolismo hepático. La cresta divisoria se proyecta desde el borde del agujero oval y separa el flujo de la porción caudal de la vena cava en dos corrientes antes de llegar a las aurículas; la corriente que sale del conducto

venoso es guiada a través del agujero oval principalmente hacia la aurícula izquierda, de modo que lleva sangre oxigenada a la cabeza y el ventrículo izquierdo en el desarrollo fetal. El conducto arterioso deriva la mayor parte de la sangre arterial hacia la aorta, lejos de los pulmones no funcionales. Las dos arterias umbilicales se originan a partir del extremo caudal de la aorta descendente y llevan sangre venosa hacia la placenta (Hafez, 2002).

Figura 10. Representación esquemática de la circulación fetal.



Fuente: Hafez, 2002.

La nutrición y el metabolismo del feto son de suma importancia, mientras que el blastocisto y el embrión joven son nutridos por líquido endometrial, el feto recibe su aporte

de nutrientes de la circulación materna a través de la placenta. El feto recibe un suministro continuo de glucosa de la madre; dicho azúcar constituye el principal combustible metabólico fetal. Hacia el final de la gestación, el feto normal acumula glucógeno en hígado y músculos esqueléticos para poder soportar el periodo de transición después del nacimiento, antes de que se establezca la lactancia eficiente. Aunque la fructosa constituye alrededor del 70 a 80% del azúcar en la sangre fetal de la oveja y la cabra, su utilización es insignificante, excepto cuando las concentraciones sanguíneas de glucosa son bajas. En estos fetos de pequeños rumiantes, acetato, lactato y aminoácidos pueden ser sustratos energéticos de importancia. El feto sintetiza todas sus proteínas a partir de los aminoácidos proporcionados por la madre. El feto tiene la capacidad única de agotar las reservas esqueléticas maternas de calcio si los alimentos son bajos en este mineral (Hafez, 2002).

En el tubo digestivo se forma, durante la vida fetal, el meconio, el cual se acumula en el intestino grueso. Este producto está constituido principalmente por secreciones digestivas (bilis, mucina, etc...) y por células epiteliales descamadas. Los riñones del feto están en estado de actividad funcional y producen orina que vierten a la vejiga y posteriormente al alantoides, vía uraco. En el líquido alantoideo se encuentran sobre todo residuos azoados del metabolismo como urea, ácido úrico, alantoína y otros derivados (Ketz, 1979).

Algunas consideraciones hechas acerca del desarrollo fetal caprino por el noruego Lyngset son las siguientes:

- Día 26: El feto ocupa casi todo el espacio de la cavidad amniótica, y el líquido de la misma es escaso. Los cotiledones empiezan a ser visibles.
- Día 45: El feto es todavía transparente, lo que hace visibles las costillas y las vísceras. Se observa la base de la oreja pero todavía no prominente. Los ojos no se hallan cubiertos por los párpados.
- Día 60: Alrededor de esta fecha se hacen visibles los folículos pilosos.
- Día 75: El útero y las carúnculas han aumentado de tamaño; la columna es visible, excepto la parte próxima a la yugular. A esa edad se observan folículos pilosos alrededor de la boca.

- Del día 75 al 90: El feto aumenta de tamaño, pero hay poco incremento en el crecimiento y distribución del pelo. Los testículos pueden ser fácilmente palpados a través del escroto.
- Del día 90 al 115: El crecimiento del pelo ha aumentado, cubriendo al feto alrededor del día 110.
- Día 120: El crecimiento del pelo se ha completado.
- Del día 130 al 140: Los ojos se abren, quedando completamente abiertos a los 140 días.
- Día 145: Los dientes del feto se encuentran cubiertos de epitelio.
- Día 100 al 145: El feto crece hasta alcanzar entre el 70 y 80% del peso total (Arbiza, 1986).

Parte importante de la fisiología de la gestación es lo correspondiente a la endocrinología, es decir, las hormonas de la preñez. Las principales hormonas que controlan ésta etapa fisiológica de las hembras son los estrógenos y la progesterona (figura 11):

- **Progesterona:** La progesterona a nivel de mucosa facilita los cambios de la misma, preparados por los estrógenos, aumentando también el desarrollo glandular. A nivel de musculatura uterina inhibe durante toda la gestación las contracciones del miometrio. A nivel del lóbulo anterior de la hipófisis bloquea la producción de FSH y LH, deteniendo las oleadas cíclicas de maduraciones foliculares (Buxadé (a), 1995).
- **Estrógenos:** Aunque los niveles de estrógenos después de la fecundación descienden en sangre, la secreción ovárica continúa, y es sobre los órganos más activados por los estrógenos donde más se manifiestan las crecientes concentraciones de progesterona, aumentando la permeabilidad capilar del útero, la multiplicación de sus células epiteliales, la acumulación de glucógeno en sus células musculares, la hipertrofia de las mismas, etc. A medida que la gestación avanza

aumentan los niveles plasmáticos de estrógenos debido sobre todo a la producción placentaria (Buxadé (a), 1995).

La progesterona es la hormona clave necesaria para mantener toda la preñez y el cuerpo lúteo persiste durante toda la misma. Sin embargo, ovejas y cabras difieren en la fuente de progesterona para el mantenimiento de la gestación. La oveja es una especie dependiente de la placenta, mientras que la cabra lo es del cuerpo lúteo. Durante el primer trimestre, ambas especies dependen del cuerpo lúteo, después la placenta pasa a ser la fuente principal de progesterona en la oveja, mientras que el cuerpo lúteo sigue siendo la fuente principal en la cabra (Hafez, 2002).

En ovejas y cabras también se han detectado Lactógenos placentarios. Tienen función química similar a la somatotropina y a la prolactina. Su mayor concentración se encuentra en el último trimestre y sus principales funciones son: aumento en la síntesis proteica, movilización de ácidos grasos, disminución de la gluconeogénesis. Son antagónicos a la insulina. Estas acciones se efectúan exclusivamente en el comportamiento materno (Galina, 1991).

La hormona del crecimiento estimula el crecimiento fetal, pero no existen pruebas de que sea esencial para que el feto crezca. La insulina es importante en el crecimiento fetal y ejerce sus efectos incrementando la disponibilidad de sustratos energéticos y estimulando el crecimiento placentario. El tiroides fetal no es indispensable en algunas especies, sin embargo en la oveja, su ausencia produce retardo en la maduración esquelética y muscular. Los factores de crecimiento similares a la insulina (IGF-I e IGF-II) o somatomedinas son hormonas polipeptídicas. Se encuentran en tejidos fetales y placentarios. Al parecer el IGF-II no solo media el crecimiento fetal según la disponibilidad de glucosa, sino también, actuando de manera concertada con hormonas placentarias, regula las actividades metabólicas de la madre, de manera que se dispone de un suministro continuo de sustratos para el desarrollo fetal (Hafez, 2002).

## **II.5.6. DIAGNÓSTICO DE GESTACIÓN EN PEQUEÑOS RUMIANTES**

El no regreso al estro después de un apareamiento registrado es un signo relativamente exacto de gestación en rebaños bien manejados, pero no es exacto en condiciones de apareamiento libre (Mc.Donald, 1991).

Saber de la gestación temprana o no en los animales domésticos es un conocimiento muy útil para el criador. Sus ventajas pueden ser numerosas, entre ellas destacan:

- a) Conocer el éxito o fracaso del empadre.
- b) Separar, en caso de considerarlo pertinente a las hembras no preñadas para que sean montadas de nuevo.
- c) Eliminar repetidoras o de baja fertilidad.
- d) Tener un mejor conocimiento del comportamiento reproductivo de los machos usados.
- e) Establecer una alimentación diferente y preferencial para las gestantes.
- f) Prever o tomar las disposiciones necesarias para los futuros partos.

A diferencia de lo que sucede con especies como la bovina y equina, en las que el diagnóstico es relativamente sencillo, debido a que la estructura del aparato reproductor pueden ser palpadas a través de las paredes del recto; en pequeños rumiantes, como consecuencia de su pequeño tamaño, no es posible, por lo cual se han empleado técnicas con resultados y costos variables (Arbiza, 1986).

**Palpación recto-abdominal:** Consiste en usar una varilla de plástico, madera o aluminio de unos 45 cm de largo y 5 mm de diámetro, completamente lisa y bien lubricada, a través del recto hasta la cavidad abdominal, de tal forma que el útero quede bajo la varilla, y al presionar ésta contra la pared del abdomen, eleve el útero y pueda ser detectada una prominencia en caso de estar grávido (Arbiza, 1986).

No obstante éste procedimiento está asociado con alta incidencia de rectos perforados, peritonitis, y aborto cuando son realizados por individuos no entrenados (Mc.Donald, 1991).

**Palpación abdominal externa:** El peloteo abdominal de los fetos contra la pared abdominal es efectivo hacia más o menos el día 120 de gestación, pero requiere de experiencia (Mc.Donald, 1991).

Para ello se apoya la yema de los dedos o el puño sobre el flanco derecho a cuyo nivel se ubica el útero, y la otra mano sobre el flanco izquierdo, siendo posible sentir la forma y aún los movimientos fetales, más aún cuando se presiona o impulsa en forma intermitente a ese nivel, como un cuerpo tenso y redondeado (Agraz, 1989).

**Ultrasonografía:** Se utiliza con éxito en ovejas y cabras para detectar gestaciones a partir de los 60 días de gestación (Buxadé (a), 1995).

Los porcentajes de acierto van del 85 al 90%. Esta técnica consiste básicamente en la reflexión de ondas de sonido que atraviesan la pared abdominal de manera que cualquier variación de las membranas provoca cambios en la longitud de esos ultrasonidos, la que es transformada por el aparato para convertirla en audible para el hombre (Arbiza, 1986).

**Rayos X:** Puede detectarse la gestación a partir del día 55, pero no es muy utilizada por cara y lo tarde que detecta la gestación (Agraz, 1989).

**Progesterona en suero sanguíneo y leche:** La determinación de los niveles de progesterona por radioinmunoensayo ha demostrado ser una técnica valiosa para el conocimiento temprano de la gestación, de 19 a 24 días, En suero las cabras gestantes presentan concentraciones superiores a los 1.4 ng/ml. Debido a que la progesterona es una hormona liposoluble, la concentración en la leche suele ser superior, por lo cual niveles inferiores a 5ng/ml a los 19-22 días post-servicio nos indica animales no gestantes (Arbiza, 1986).

**Pruebas inmunológicas:** Van avanzando rápidamente y presentan la posibilidad de obtener un diagnóstico temprano en ovinos a partir del sexto día, a través de pruebas de hemoaglutinación con suero de conejo antiembrión de oveja. Los resultados de efectividad van del 64 al 86%; es muy factible que la cabra responda de forma similar (Arbiza, 1986).

Existen otras muchas formas de diagnóstico de gestación, que van desde técnicas muy sencillas pero de poco valor diagnóstico, hasta pruebas muy sofisticadas como la electrocardiografía fetal pero que son caras y poco prácticas.

### **III. OBJETIVOS**

#### **GENERAL:**

El objetivo general de este programa es proporcionar una opción de titulación a los egresados de la carrera de medicina veterinaria y zootecnia, encaminado a la producción y reproducción de las especies ovina y caprina, para difundir estas especies como rentables.

#### **ESPECÍFICO:**

Llevar acabo las actividades rutinarias en un módulo de ovinos y caprinos, poniendo especial énfasis en los aspectos reproductivos, principalmente en los acontecimientos que rodean y siguen a la gestación.

#### **ACADÉMICO:**

Aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera, complementarlos y mejorar la calidad de investigación para llevarla al terreno práctico.

#### **SOCIAL:**

Difundir la ovinocultura y la caprinocultura como actividades agropecuarias productivas mediante el uso de mano de obra calificada.

## IV. CUADRO METODOLÓGICO

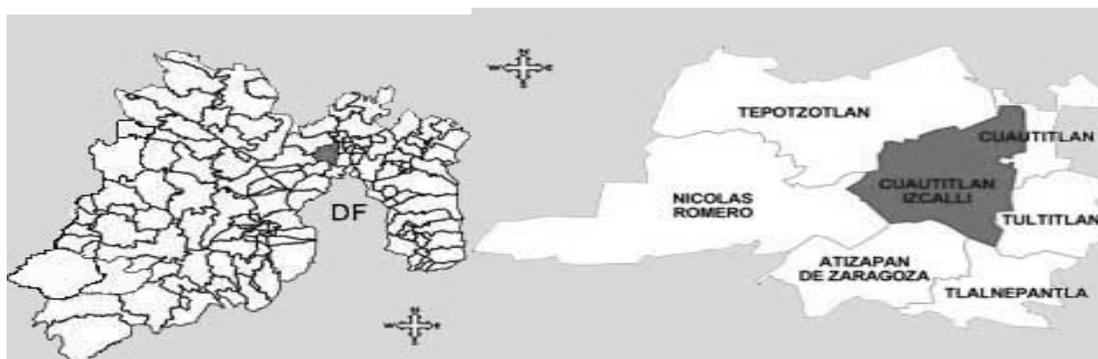
El presente trabajo fue realizado en el módulo de reproducción ovina y caprina, en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4. Este campus universitario se localiza en el kilómetro 2.5 de la carretera Cuautitlán-Teoloyucan, en el municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

Este municipio se ubica al noroeste del Valle de México, tiene una superficie de 37,302 km<sup>2</sup> , limita al norte con los municipios de Zumpango y Teoloyúcan, al noroeste con Tepetzotlán, al este Cuautitlán de Romero Rubio, al sureste con Tultitlán, al sur con Atizapán de Zaragoza y Tlalnepantla, y al suroeste con Nicolas Romero (figura 12) (<http://www.edomexico.gob.mx/se/cuautidiag.htm>).

Dentro de las instalaciones de la facultad, se encuentra un rebaño de ovinos y caprinos, pertenecientes a la cátedra de Reproducción y Genética en Ovinos y Caprinos, que está integrada por un grupo académico de docencia e investigación, orientado a generar tecnología y trabajos de investigación científica, que permite a los productores nacionales de ovinos y/o caprinos mejorar su productividad bajo los sistemas de producción en México, resolviendo problemas importantes que se presentan en el desarrollo de la ganadería ovina y caprina.

Es esta importante labor, participan alumnos que están realizando su servicio social. El objetivo fundamental de las actividades que realizan es aplicar los conocimientos que durante la formación profesional fueron adquiriendo, sin ser menos importante, la adquisición de nuevos conocimientos que contribuyan a su superación personal, como parte de la labor de aprendizaje para difundir la ovinocultura y caprinocultura como rentables.

Figura 12. Localización geográfica de Cuautitlán Izcalli.



Fuente: [www.edomexico.gob.mx/newweb/Gobierno/PAGMUN/Cuaut\\_Izc.asp](http://www.edomexico.gob.mx/newweb/Gobierno/PAGMUN/Cuaut_Izc.asp)

El presente trabajo se llevó a cabo entre los meses de febrero y agosto del año 2005. Las actividades además de las rutinarias, se complementaron con apoyo para otros proyectos de tesis, en el manejo de animales y participando directamente en la obtención de muestras propiamente como semen. Además se puso especial énfasis en los aspectos reproductivos del rebaño, principalmente en lo relacionado con la gestación.

El rebaño al iniciar actividades se componía de: 22 hembras adultas de media sangre de Nubia, 2 cabras Saanen de aproximadamente 3 meses de edad, 1 macho raza Nubia de aproximadamente un año, 1 macho Boer de 2 años a préstamo, y 1 macho ovino adulto de raza East Friesian, para un total de 27 animales.

El Módulo se divide en 5 corrales: en el primero se encuentran las hembras adultas de menor peso, en el segundo el resto de hembras adultas de mayor peso, en el tercero las 2 hembras Saanen jóvenes, en el cuarto el macho Boer, y en el quinto el ovino macho. Cada corral cuenta con comederos móviles metálicos y bebederos cilíndricos de plástico de llenado manual. El macho joven de Raza Nubia se rotaba de forma frecuente entre los corrales 1 y 2.

Se contaba además con una báscula de reloj de 10 Kg., dos carretillas, una plataforma de ordeño que fungía también como manga de trabajo, escobas y palas, manguera de agua, y una ordeñadora portátil, que dicho sea de paso, no se utilizó durante este periodo de tiempo, ya que el inicio de los partos fue en el mes de agosto.

Las actividades consistían básicamente en el suministro de alimento y agua de forma diaria, el aseo de los corrales de forma como se fuera requiriendo, la revisión de casos clínicos que se fueran presentando, la práctica de ultrasonidos para diagnóstico de gestación en lapsos de tiempo variados, y la obtención de muestras de semen para la evaluación de los machos y en apoyo a trabajos de tesis, movilización de animales según se requiriera, entre otras.

La obtención del semen se realizaba en la manga de trabajo utilizando un potro de monta y una hembra para la simulación de la cópula, colocando en el momento adecuado del salto una vagina artificial fabricada por tesistas apoyados por el titular del programa. Posteriormente se llevaban estas muestras al laboratorio de reproducción de la facultad para realizarles diversas pruebas según el protocolo seguido en sus trabajos de tesis, además en apoyo a la materia de Reproducción que se imparte en el 7° semestre de la carrera de M.V.Z.

## V. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Las actividades realizadas por los prestadores de servicio social van dirigidas hacia la práctica profesional, y como tal se tienen que encaminar a la resolución de problemas que se ven influenciados por diversos factores como sociales, culturales, zootécnicos, de mercado, etc.

Es muy difícil que la gente de campo cambie de buenas a primeras el manejo de sus rebaños, de ahí la gran barrera que se puede llegar a formar entre el médico veterinario o el técnico y el ganadero para introducir los conocimientos. De esta forma es de suma importancia que el profesional en la rama obtenga resultados favorables con sus técnicas, y aún más, que éstos resultados sean claramente mejores que las técnicas llevadas a cabo de generaciones atrás.

Otro aspecto importante a tomar en cuenta en la práctica es la escasez de mano de obra, ya sea calificada o no calificada. Dentro de la calificada, es un hecho que dentro de la mayoría de universidades que imparten la carrera veterinaria en México, no es obligatorio el estudio de la caprinocultura y la ovinocultura, de ahí que el interés de gente para meterse en ésta área sea muy reducido y por ende que sea poca la gente con que se cuente. Dentro de la no calificada, las comunicaciones y el avance de la vida moderna han propiciado la salida del hombre del medio rural a las zonas urbanas, y más aún, migración al país del norte, lo cual origina que no se cuente con material humano suficiente para el manejo de los sistemas de producción extensivos o semiextensivos que predominan; además al crecer las zonas urbanas, los productores ven reducidos sus ingresos de manera relativa ya que los servicios incrementan sus costos, por lo que es labor del médico veterinario incrementar la productividad asesorando en adicionar valor a los productos de la granja.

Estos aspectos y muchos más son los que hay que tomar en cuenta y buscar que los pequeños rumiantes sea un área de trabajo atractiva para productores y médicos veterinarios.

## **V.1. MANEJO REPRODUCTIVO**

En los dos primeros corrales se encontraban las hembras adultas, en éstos era introducido el único macho con el que se contaba para efectos de reproducción. La rotación del macho no se hacía bajo un sistema específico, sin embargo se hacía en promedio cada mes. El sistema de apareamiento efectuado es el de monta directa controlada en corral. El número de hembras que puede cubrir un macho cabrío es hasta de 50 en promedio, por lo que no se exceden las hembras asignadas en cada corral.

El macho con el que se contaba era joven, poco más de un año, en proceso inicial de la actividad sexual, y por ende aún no se tenían registros de efectividad y descendencia.

En los primeros meses del año no mostraron signos de calor muchas hembras, ya que aunque en climas templados las cabras pueden tener un comportamiento reproductivo efectivo en cualquier época del año, es mucho más marcado y frecuente que se de en otoño e invierno.

El regulador más importante del inicio de la estación reproductiva es la reducción del periodo de luz diurna. Esto empieza después del 21 de junio en el hemisferio norte o del 21 de diciembre en el hemisferio sur. El estro y la ovulación seguirán estas fechas por 60 a 120 días (Mc.Donald, 1991).

Previo a la introducción del macho joven, se había llevado un macho al módulo a préstamo por parte del módulo de producción caprina de la facultad, por lo que en el tiempo que permaneció con las hembras había la posibilidad de que alguna haya sido montada.

Esto dio pie a la realización de diagnóstico mediante el método de ultrasonografía, llevado a cabo mediante los siguientes pasos:

- a) Se dietaban las hembras 24 horas.
- b) Se llevaban a las hembras de cuatro en cuatro hacia la plataforma de ordeña, que fungía como manga de trabajo.
- c) Se sujetaban y se les colocaba un poco de concentrado comercial para que no se movieran mucho durante la maniobra.
- d) Se le colocaba gel al transductor para permitir que la onda emitida viaje de manera efectiva y la imagen sea lo más clara posible. Eran utilizados dos transductores, uno rectal y uno abdominal. El transductor rectal nos sirve para diagnosticar gestaciones tempranas (30 a 70 días), y el transductor abdominal para diagnosticar gestaciones avanzadas (más de 70 días).
- e) Se anotaban los resultados obtenidos, para posteriormente regresar al corral al grupo de hembras y subir otras a la manga.

Las hembras que daban positivo en el diagnóstico de gestación eran separadas, para evitar estrés por competencia y golpes consecuentes que pudieran lastimarlas. Las cabras suelen tener abortos por éste motivo, en ellas el estrés afecta de manera significativa el curso de una gestación. Una de las formas con las que se buscaba evitar este tipo de situaciones, era precisamente dividir a las hembras adultas en dos grupos (corrales 1 y 2), según promedio de peso, sin embargo es bien sabido que los animales que conviven en grupo tendrán siempre estratos de dominancia y por tanto la mayoría se subordinan.

Cuando hembras del corral adjunto mostraban signos de estro se decidía cambiar al macho, de esta forma se evitaba que se pasaran los calores y que fueran montadas para esperar un mayor número de cubriciones. Uno de los factores que evidenciaban este hecho era que el macho se acercaba a la cerca, manoteando y realizando el “flehmen”, además de que las hembras ofrecían el tren posterior y en algunas ocasiones se producía la micción por parte de estas.

## V.2. MANEJO ALIMENTICIO

Los animales eran alimentados de forma rutinaria, en cantidad y tipo de producto según cada grupo de animales de los distintos corrales del módulo.

En primer lugar se les proporcionaba alimento seco como alfalfa achicalada o heno de avena, según con lo que se contara o lo que era proporcionado por el CPA. Posteriormente se les ofrecía alfalfa fresca que era proporcionada por los trabajadores del rancho que la cortaban con la maquinaria adecuada de los terrenos de la misma facultad; los prestadores de servicio social subían a la carreta y bajaban de esta una cantidad de aproximadamente 300 kg , y en ocasiones un poco más. La cantidad variaba según si se contaba o no con pacas de alimento seco dentro del módulo, si no, la cantidad de alfalfa tenía que ser mayor porque una parte se extendía en los pasillos del módulo para secarla lo más posible y darla al día siguiente. Este tipo de manejo de los alimentos se llevaba acabo de ésta forma para evitar dar solamente alfalfa fresca, ya que si se les da de ésta forma súbitamente se les puede provocar a los animales un timpanismo que podría ser fatal para ellos. El alimento seco provoca que los animales produzcan más saliva y ésta cumple una función de “buffer” que estabilizará el pH del rúmen y evitará la formación de espuma.

La alimentación se llevaba acabo solo una vez al día, entre las primeras horas o según el horario en el que pasara la carreta de alfalfa. La cantidad variaba, pero nos basábamos en el hecho de que era una dieta de mantenimiento en la mayoría de los animales, ya que según el diagnóstico de gestación por ultrasonografía nos indicaba que la mayoría de las hembras estaban vacías. Sin embargo, un dato que se tomaba en cuenta era que éstas especies comen en promedio un 4% de su peso en materia seca, y para fines prácticos, a cada comedero se le vaciaba 1/3 de paca de alimento seco y 2 carretilladas de alfalfa fresca (equivalente a 16 kilos aproximadamente). En el corral donde se encontraban solamente las cabritas Saanen se colocaba en su comedero una cantidad menor de alimento, sin embargo, se les adicionaba en un pequeño comedero plástico tipo tolva alimento concentrado peletizado, con un 19% de proteína<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Ovejitina 620, de la Hacienda.

Uno de los factores que dificultó la alimentación fue el periodo de lluvias, ya que los terrenos de siembra se encharcaban y enlodaban de manera tal que la máquina cortadora no podía entrar por la alfalfa, por lo que en esas ocasiones se le tenía que solicitar al CPA nos proporcionaran más pacas de alimento, hasta que se pudiera realizar el corte y la repartición por los módulos. En ocasiones, cuando las condiciones climáticas permitían el corte, se cortaba una mayor cantidad y se empacaba para repartirla, y almacenarla de manera que en días críticos se contara con el alimento, sin embargo, el personal del módulo tenía que desbaratar las pacas para extenderlas y evitar que se calentaran y se echaran a perder, ya que era alimento para varios días.

Por otra parte, las vitaminas les eran suministradas a los animales por medio de un producto multivitamínico que contiene vitaminas A, D, y E, dosificando la vitamina A en 1 millón de UI por animal adulto (40 kg en promedio), vía IM dosis única, dosificándose las otras dos vitaminas de forma automática según el producto comercial<sup>2</sup> (Rosenstein, 2005).

El agua se les proporcionaba a libre acceso en bebederos cilíndricos de llenado manual. Considerando que cada animal bebe de 2.5 a 4 litros por kilo de peso (Agraz, 1989).

### **V.3. MANEJO SANITARIO**

Las actividades sanitarias de rutina era la limpieza general de las instalaciones, poniendo principal énfasis en los corrales. En los días sin lluvia la limpieza consistía básicamente en barrer los corrales y sacar el estiércol en carretillas para depositarlo en el estercolero. Las zonas en donde se tenía más cuidado con la limpieza era en áreas techadas, ya que en éstas al haber menos ventilación y sin sol se acumulaba la orina y se hacía una especie de pasta junto con las heces y los restos de alimento que caían de los comederos, y después de unos días se tenía que hacer uso de la pala para rasgar y quitar las plastas, ya que éste cúmulo de humedad y por consecuencia de amoníaco puede producir problemas de patas y respiratorios, lo cual afortunadamente no ocurrió. Sin embargo, en días lluviosos la

---

<sup>2</sup> ADE Prode, Laboratorio Internacional Prode.

limpieza era imprescindible llevarla a cabo de forma más rigurosa, utilizando las palas para sacar todas las heces húmedas y dejar limpios los corrales, de igual forma para evitar posibles problemas de infecciones en patas e incluso respiratorios.

Los pasillos se barrían según el requerimiento, ya que al haber poca movilización de animales por éstos, no había heces y básicamente encontrábamos algunos restos de alimento que en ocasiones se llegaba a caer de las carretillas. En la parte trasera de los corrales existe un pasillo techado, en el cual se almacenan las pacas de alimento y funge como el principal sitio en el que se extendía la alfalfa para secarla y evitar que se mojara en caso de lluvia; en dicho pasillo tampoco se movilizaban animales, sin embargo por éste se pasaba con la carretilla para vaciar el alimento a los comederos, había restos de alimento y al estar techado se acumulaba humedad, por lo tanto se tenía que barrer por lo menos una vez por semana y en ocasiones raspar con la pala para despegar algunos restos de alimento y humedad que se enmohecían rápidamente.

El acúmulo de alimento rezagado en los comederos era frecuente en el corral de las cabritas pequeñas, y casi nunca se presentaba en los otros corrales, sin embargo, estos restos tenían que ser retirados diariamente para evitar su descomposición, ya que pudiera haber enfermedades o lo que es más común, las cabras son selectivas con su alimentación, y si huelen ese alimento en mal estado es difícil que coman lo demás.

Los bebederos se lavaban por lo menos dos veces a la semana, tallándolos con detergente en polvo y la ayuda de un cepillo, posteriormente se enjuagaban y se les llenaban con agua limpia.

El despezñado de los animales no tenía intervalos de tiempo definidos, se le realizaba a los animales que lo requirieran.

Se acondicionaron divisiones en los corrales menos ocupados para las hembras gestantes próximas al parto, para el confort de las futuras madres, después del parto se desinfectaban ombligos con azul de metileno. En uno de los partos que llegaron a término

favorablemente, las crías presentaron en el lapso de algunos días taponamiento del ano por acumulo de meconio, por lo que se les remojó la zona con un poco de agua tibia y de forma manual se les retiro este tapón.

En una ocasión se dividió el corral de las cabritas Saanen, ya que llegaron 3 cabritos machos de raza Nubia, que presentaron un cuadro diarréico posiblemente provocado por el estrés del viaje, sin embargo también se sospechó de coccidiosis, por lo que se les dio tratamiento durante tres días con un producto a base de sulfonamidas<sup>\*</sup>, 80 mg/kg/ 3 días/IM (Rosenstein, 2005)

Estos animales estaban de paso en el módulo, ya que se iban a sacrificar para la elaboración de cultivos del virus de la Artritis Encefalitis Caprina en glándulas accesorias de machos por parte de un grupo de investigación de virología de la facultad.

#### **V.4. ACTIVIDADES GENERALES**

Durante este tiempo se apoyó a dos tesistas en la movilización de animales para la obtención de muestras de semen por parte de los machos del módulo. Se llevaba una hembra a la plataforma de trabajo, principalmente a aquellas que presentaran signos de celo, se sujetaba a una especie de potro para que el macho intentara la monta y de esta forma se recolectaba el semen en un vagina artificial. La vagina artificial era elaborada por ellos mismos y se preparaba en el mismo módulo introduciéndole agua a no mas de 40 °C e inflando un poco de manera que se ajustara a la presión de un dedo, se le colocaba una bolsa en la parte posterior que llevaba sujeto un tubo graduado en donde se depositaba el semen y se anotaba la cantidad de eyaculado. Estas muestras eran llevadas al laboratorio de reproducción de la facultad para realizarles análisis de calidad seminal y posteriormente se preparaban con un conservador para introducirlos en pajillas y meterlos a congelar en termos con nitrógeno líquido. Días después se descongelaban las muestras para volverles a

---

<sup>\*</sup> Triple Sulfa Inyectable, Lab. Virbac.

realizar pruebas de calidad y evaluar la efectividad del conservador. Esta toma de muestras se realizaba dos veces por semana.

Dentro del módulo se tenían cuatro cajones de madera en los que se depositaba el estiércol que se sacaba de los corrales, en los cuales se encontraban lombrices de tierra. Estos cajones se regaban diario para mantenerlos húmedos para evitar que las lombrices murieran. El objetivo de esto era que las lombrices se alimentaran de éste estiércol y fueran convirtiendo éste en un abono mucho más adecuado para las plantas, ya que se neutralizaba el pH por medio de éste proceso y evita que las plantas se maltraten con un pH ácido. Este proceso dura algunos meses, sin embargo, es una opción viable para el manejo del estiércol en los ranchos y se vende a buen precio, utilizando únicamente agua de forma diaria. Incluso ya hay empresas que crían y comercializan ésta lombrices.

Se tenía un pequeño invernadero que se regaba de forma rutinaria según se requiriera, conectando la manguera a un aspersor que se encontraba en el techo de este.

Otra actividad que se llevó acabo fue la guía de algunos alumnos del nivel medio superior, principalmente de la preparatoria “La Salle”, ubicada en Cuautitlán Izcalli, esto con el objetivo de mostrarles las actividades que se realizaban y fomentar la investigación en la gente que esta próxima a la elección de una carrera.

En algunas ocasiones, cuando los trabajadores del rancho no laboraban, los prestadores de servicio tenían que ir a las praderas a realizar el corte de la alfalfa con machete y acarrearla en carretillas al módulo, y de igual forma se tenía que ir a las bodegas a transportar en carretilla las pacas que se proporcionaban para la alimentación de los animales.

## VI. RESULTADOS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS

El tipo de ultrasonografía que se le practicaba a las cabras era en tiempo real modo B. Un pulso eléctrico de alto voltaje con duración de unos milisegundos hace que el transductor piezoeléctrico vibre, convirtiendo la energía eléctrica en mecánica (ultrasonido). La reflexión de estas ondas (ecos) de superficies de tejido hacia el transductor produce una señal eléctrica que es procesada por un convertidor de haz, y proyectada en el monitor de video. Los transductores de uso común en animales domésticos tienen una frecuencia de 3.5-7.5 MHz. En la pantalla, las imágenes de los tejidos son negras o se observan en algún tono de gris, los líquidos se aprecian de color negro (no ecogénico) y las estructuras óseas se observan de color blanco (ecogénicas) (Hafez, 2002).

Las estructuras que se pueden observar en una gestación pueden ser la vesícula embrionaria, los placentomas o cotiledones (cuadro 5) y el mismo feto.

Cuadro 5. Características del cotiledón caprino por ultrasonido imagen real a 5MHz.

<b>EDAD (días)</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>120</b>	<b>150</b>
Circunferencia del cotiledón	9.25±0.48 a	9.31±0.38 a	10.99±0.36 b	11.01±0.35 b
Longitud del cotiledón	3.40±0.20 a	3.48±0.16 a	4.21±0.15 b	4.27±0.15 b
Volumen del área de la elipse	7.21±0.73 a	6.28±0.57 a	9.0±0.54 b	8.83±0.53 b
Diámetro menor de la elipse	1.42±0.13 a	2.35±0.10 a	2.70±0.09 a	2.55±0.09 a

Agraz, 1989.

Letras diferentes en los renglones representas diferencias significativas, por lo que bajo las condiciones del rebaño estudiado, los rangos confiables para diferenciar la edad de gestación son de 60 a 90 días y de 100 a 150 días (Agraz, 1989).

De las ocasiones en que se realizó diagnóstico de gestación por ultrasonografía, hubo uno en el que se obtuvieron resultados favorables, realizado el 20 de julio de 2005, tiempo en el que el macho ya había iniciado su vida reproductiva. En las ocasiones anteriores que

se realizó el mismo procedimiento se obtuvieron en su mayoría resultados negativos o dudosos, ya que el macho aún no era reproductivamente activo, por lo que no se tomaron en cuenta para la elaboración de un registro.

El 3 de julio una hembra que había quedado gestante tras el préstamo de un macho del módulo de producción caprino de la facultad tuvo problemas para parir, por lo cual se tomó la decisión de practicarle una cesárea en el área quirúrgica, en la cual yo participé como cirujano. Se utilizó Xilazina<sup>1</sup> a dosis de 0.3 mg/kg vía IV, y Xolocaína con epinefrina<sup>2</sup> como anestesia local, infiltrada vía SC (Rosenstein, 2005).

Desafortunadamente al lograr llegar al producto éste ya no estaba vivo y mostraba lisis fetal, se suponía una toxemia hacia la hembra, por lo que se decidió sacrificarla; tenía el #2 de identificación.

Las hembras a las cuales se les practicó la ultrasonografía con resultado positivo o dudoso, llegaron a término favorable la gestación, incluso pariendo algunas de ellas 2 crías. Los partos se plasmaron en los registros (cuadro 6).

Cuadro 6. Datos de las crías nacidas.

#Madre	Fecha de parto	#de las crías	Sexo	Peso al nacer
11	3/Oct/05	12	Hembra	3.0 kg
79	4/Oct/05	214	Macho	3.1 kg
34	4/Oct/05	213	Macho	3.1 kg
89	5/Oct/05	215	Macho	3.4 kg
5	6/Oct/05	26	Hembra	3.0 kg
21	7/Oct/05	216	Macho	3.5 kg
91	23/Oct/05	218	Macho	3.1 kg
7	24/Oct/05	27	Hembra	2.9 kg
78	31/Oct/05	219	Macho	3.2 kg
87	31/Oct/05	28	Hembra	4.3 kg
20	1/Nov/05	29	Hembra	2.3 kg
		220	Macho	2.6 kg

Haciendo una evaluación de estos datos, prácticamente un 50% de las hembras quedaron vacías en el rebaño, lo cual en una explotación se refleja en pérdidas

<sup>1</sup> Rompún 2%, Laboratorio Bayer.

<sup>2</sup> Adrecaína, Laboratorio Aranda.

considerables de dinero. Las razones pueden ser varias, la primera se le atribuye a la juventud del macho que estaba iniciando su vida reproductiva y se tenía la incertidumbre de la efectividad del mismo. Otra de las razones que se consideró, es que el macho permanecía de forma permanente en los corrales de las hembras, de ésta manera baja o se nulifica su función de estimulante del estro, ya que las hembras estaban acostumbradas a su presencia.

En el cuadro 7 se puede apreciar una evaluación final de la situación reproductiva y diagnóstica del rebaño entre los meses de febrero a noviembre del 2005.

Cuadro 7. Evaluación reproductiva del rebaño de febrero a noviembre del 2005.

<b>Cabras a empadre</b>	<b>Cabras (+) a gestación diagnosticadas por ultrasonografía</b>	<b>Cabras dudosas a gestación diagnosticadas por ultrasonografía</b>	<b>Cabras paridas</b>	<b>Prolificidad</b>	<b>Eficiencia del técnico al diagnóstico</b>
22	8	3	11	1.125	86.4%

En éste caso no se puede hacer una evaluación del porcentaje de fertilidad, esto debido a la falta de control con el semental y el no utilizar métodos de marcaje (como el peto marcador) para tener certeza de las hembras montadas marcándolas en el dorso.

A las hembras de éste rebaño, en años anteriores se les practicó para proyectos de tesis inseminaciones intrauterinas por laparoscopia, por lo cual se supone que éstas hembras quedaron lastimadas y posiblemente con formación de adherencias y fibrosis en el útero, lo cual imposibilita la posibilidad de la fecundación, de tal forma que se van a ir reemplazando con el mismo pie de cría del módulo y con algunas otras hembras de otro lugar.

Podemos suponer que las hembras que parieron en éste año comenzaron a quedar gestantes por el mes de mayo y junio, cerca del verano, y aunque aún no es la época más fértil para éstas especies, hay que recordar que son aspectos biológicos los que se están tratando, que ciertamente tienen patrones de comportamiento, pero no tienen exactitud

matemática. Más aún, en ésta zona del país hay una irregularidad en cuestiones climáticas, aunado además a las variantes tan drásticas en la alimentación de las hembras.

## V.II.- DISCUSIÓN

Ante los resultados pocos favorables en cuestión de gestaciones se tiene que hacer un análisis de la situación del rebaño. El rebaño tendrá que sufrir reemplazo de algunas hembras que no quedan cargadas o de aquellas que ya cumplieron su ciclo reproductivo y que ya no son productivas para el módulo. El objetivo principal del módulo es de tipo investigación y educativo, sin embargo esto mismo se puede aprovechar para tomar aprendizaje de las cuestiones que resultan poco favorables en un rancho, y que propiciarían bajos ingresos económicos.

Por otro lado, habrá que hacer un análisis de la forma en que se manejan los aspectos reproductivos, ya que si se quiere incrementar el rebaño, se tendrá que echar mano de otras técnicas como son los machos celadores, la sincronización de calores, la selección adecuada del pie de cría con registros adecuadamente llevados acabo, balanceo de las raciones alimenticias, entre otras.

No hay que dejar de lado la cuestión de la medicina preventiva, específicamente el calendario de desparasitación y vacunación, recordando de forma importante que todo el organismo funciona de forma coordinada, y cuando hay alguna afección en cualquier parte del mismo, se verá reflejada en distintos aspectos, uno de los más afectados, el área reproductiva. Se recomendaría hacer monitoreo de la situación parasitaria del rebaño mediante exámenes coproparasitoscópicos, por lo menos cada 3 meses, y de esta forma desparasitar con fármacos específicos según el agente; de la misma forma se sugiere la vacunación rutinaria, con productos como toxoides clostridiales comerciales\*, 2.5 ml vía SC, de forma anual (Rosenstein, 2005).

---

\* Ultrabac 7, Laboratorio Pfizer.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Agraz, A.A. “Caprinotecnia”. Volumen III.

Edit. Limusa, S.A. de C.V. México, D.F. 1989.

P.p 1597-1611, 1615-1621, 1669-1676.

Appendini, Carlos. “Introducción a la citología y embriología”. Primera edición.

FES-Cuautitlán UNAM. Estado de México, 1993.

P.p. 198-217.

Arbiza, S.I. “Producción de caprinos”.

Edit. AGT Editor, S.A. México, D.F. 1986.

P.p 195-204, 217-227, 246-246.

Buxadé, Carlos.(a) “Zootecnia, base de producción animal”. Tomo II.

Edit. Mundi-Prensa. Madrid, España. 1995.

P.p 49-60.

Buxadé, Carlos.(b). “Zootecnia, base de la producción animal”. Tomo VIII. Producción

ovina. Edit. Mundi-Prensa. Madrid, España. 1996.

P.p 79-80.

Buxadé, Carlos.(c) “Zootecnia, bases de producción animal”. Tomo IX. Producción

caprina. Edit. Mundi-Prensa. Madrid, España. 1996.

P.p 87-92.

Carlson, B.M. “Embriología básica de Patten”. 5a. Edición

Edit. Mc.Graw-Hill Interamericana. México, D.F. 1990.

P.p 70, 123-124, 135-142.

Dukes, H.H. “Fisiología de los animales domésticos”. Tomo II.

Edit. Aguilar. México, D.F. 1981.

P.p 1593, 1623-1643.

Friedrich, N.K.(a) “Crianza de ovinos”. CEA. Serie Agronegocios.

Edit. Iberoamericana, S.A de C.V. México, D.F. 2001.

P.p 8,9,48.

Friedrich, N.K.(b) “Crianza de caprinos”. CEA. Serie Agronegocios.

Edit. Iberoamericana, S.A de C.V. México, D.F. 2001.

P.p 7,25,31-34.

Galina, C. “Reproducción de animales domésticos”.

Edit. Limusa, S.A. de C.V. 1991.

P.p 51-64, 100-112, 114-151.

Hafez, E.S.E y Hafez B. “Reproducción e inseminación artificial en animales” 7ª.

Edición. Edit. Mc.Graw-Hill Interamericana. México, D.F. 2002.

P.p 33-49, 144-158, 177-186, 415-439.

Ketz, H.A. “Fisiología veterinaria” Volumen II.

Edit. Acribia, S.A. Zaragoza, España. 1979.

P.p 783-790.

Martin, W.B. y Aikten, I.D. “Enfermedades de la oveja”. 2ª. Edición.

Edit. Acribia, S.A. Zaragoza, España. 2002.

P.p 29-31.

Mc.Donald, L.E. “Endocrinología veterinaria y reproducción”. 4ª. Edición.

Edit. Mc.Graw-Hill Interamericana. México, D.F. 1991.

P.p 416-436.

Mayen, M.J. “Explotación caprina”.

Edit. Trillas, S.A. de C.V. México, D.F. 1989.

P.p 9-15.

Pérez, F. “Reproducción animal: inseminación artificial y transplante de embriones”

Edit. Científico-Médica. Barcelona, España. 1985.

P.p 408-414.

Portolano, N. “Explotación del ganado ovino y caprino”.

Edit. Mundi-Prensa. Madrid, España. 1990.

P.p 110-119.

Rosenstein, Emilio. “Prontuario de especialidades veterinarias” 24 Edición. 2004-2005.

Thomson PLM. México, D.F. 2005.

P.p. 265, 940.

Ruckebusch, Y. “Fisiología de pequeñas y grandes especies”.

Edit. El manual moderno, S.A. de C.V. México, D.F. 1994.

P.p 591, 614-615, 624-626.

Salamon, S. “Inseminación artificial de ovejas y cabras”.

Edit. Acribia, S.A. Zaragoza, España. 1990.

P.p 35-40.

[www.edomexico.gob.mx/se/cuautidiag.htm](http://www.edomexico.gob.mx/se/cuautidiag.htm)

[www.edomexico.gob.mx/newweb/Gobierno/PAGMUN/Cuaut\\_Izc.asp](http://www.edomexico.gob.mx/newweb/Gobierno/PAGMUN/Cuaut_Izc.asp).