



EEA BARILOCHE
CENTRO REGIONAL
PATAGONIA NORTE

REPRODUCCIÓN

EN

CAPRINOS

Ing. Agr. MARCELA I. CUETO
Méd. Vet. ALEJANDRO E. GIBBONS
Méd. Vet. MARTÍN ABAD

Grupo de Reproducción
Area de Producción Animal

Colaboración de: Méd. Vet. JAVIER BELLATI

2000

REPRODUCCION EN CAPRINOS

INDICE

1. REPRODUCCIÓN EN CAPRINOS	1
1.a. Aspectos reproductivos de la hembra caprina	1
1.b. Aspectos reproductivos del macho caprino	3
1.c. Gestación y presentación de abortos	5
1.d. Diagnóstico de preñez	6
1.e. Parto: duración y comportamiento de las madres	6
1.f. Puerperio	8
2. CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA DE UNA RAZA CAPRINA	9
2.a. Núcleos experimentales	9
2.b. Determinación de la edad y peso vivo a la pubertad	11
2.c. Reasunción de la actividad sexual post -parto	11
2.d. Eficiencia reproductiva del hato	11
3. LA CABRA DE RAZA ANGORA	13
3.a. Aspectos básicos	13
3.b. Eficiencia reproductiva	14
4. TÉCNICAS DE LA REPRODUCCIÓN	16
4.a. Introducción	16
4.b. Anatomía y reproducción del caprino	16
4.c. Tratamientos de sincronización de estros	17
4.d. Detección de celos	19
4.e. Servicio dirigido	20
4.f. Colección y evaluación del semen	20
4.g. Inseminación artificial	22
4.g.1. Manejo del semen fresco	22
4.g.2. Manejo del semen congelado	23
4.g.3. Inseminación artificial cervical	23
4.g.4. Inseminación artificial mediante laparoscopia	24
5. CONGELAMIENTO DEL SEMEN CAPRINO	26
5.a. Preparación del diluyente seminal	26
5.b. Obtención y evaluación del semen	26
5.c. Determinación de la concentración espermática	26
5.d. Dilución y centrifugación del semen con la solución de lavado	27
5.e. Agregado de la solución A	28
5.f. Descenso de la temperatura y tiempo de estabilización a 5 °C	28
5.g. Agregado de la solución B	28
5.h. Conditonamiento del semen para su congelamiento	28
5.i. Congelamiento del semen en pastillas	29
5.j. Congelamiento del semen en pajuellas	29
5.k. Descongelamiento y evaluación de la partida seminal	29
6. BIBLIOGRAFÍA	30

1. REPRODUCCIÓN EN CAPRINOS

1.a. Aspectos reproductivos de la hembra caprina

Existen **factores ambientales** que afectan el sistema reproductivo de los caprinos. Se pueden considerar al fotoperíodo, estrés, nutrición, los factores feromonales y el medio social del hato, como condicionantes de los aspectos reproductivos. El primer factor se presenta modulado por los cambios nutricionales, que naturalmente están muy influenciados por las condiciones de cría y por la época de incorporación de los machos a los hatos. Por su parte, las hembras detectan y condicionan la variación de su respuesta por medio de la manifestación de su actividad reproductiva (estación de estros y tasa de ovulación). De manera que se establece una "estrategia", que asegurará el éxito de la concepción, preñez y lactación.

En base a un período de gestación de cinco meses, la estación reproductiva se presenta en general durante el final del verano y en el otoño. Esta época se caracteriza por presentar una disminución de las horas de luz (fotoperíodo decreciente). Siendo un fenómeno natural y constante entre años, que ha sido incorporado por la especie caprina como un proceso sincronizador para su reproducción.



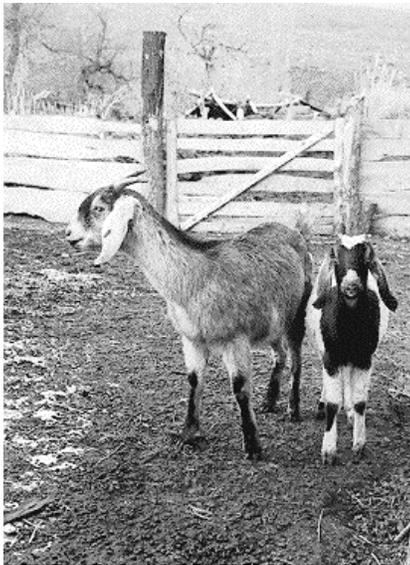
Hato
lechero
cruza

La especie caprina presenta una característica reproductiva **poliéstrica estacional**, con estros que se presentan **cada 19 a 21 días**. Es frecuente que al comienzo de la época reproductiva y después de incorporados los machos, un porcentaje de cabras presenten estros infértiles y ciclos estrales de corta duración (de 5 a 7 días). Esta característica propia del caprino ha sido reportada por varios autores en diferentes razas, lecheras, carniceras y productoras de pelo mohair (Cognie y col., 1971; Corteel, 1973; González Stagnaro y col., 1984; Ricordeau y col., 1984; Chemineau, 1983; Gibbons y col., 1994). Se considera que los cuerpos lúteos (CL) de los primeros estros al comienzo de la época reproductiva pueden presentar una corta vida media debido a que son deficientes en la producción de progesterona (Chemineau y col., 1984).

La receptividad sexual en las hembras se incrementa en la época de acortamiento de las horas luz. Las razas lecheras del área central de Europa, Toggenburg, Alpina y Saanen presentan una temporada de actividad sexual restringida, que se inicia al comienzo de la estación reproductiva; **la mayor concentración de estros se observa en el otoño**, apareciendo los últimos celos en el invierno. En la primavera se presentan estros que son de baja fertilidad. Por su parte, las razas de origen africano subtropical, como la raza Nubian, manifiestan actividad reproductiva más prolongada.

La actividad reproductiva se presenta con el inicio de la pubertad, a edades variables, y **está relacionada con el peso vivo**. Se considera que los estros con ovulación comienzan cuando la hembra púber alcanza el 45 al 65% del peso de una hembra adulta. Para las razas Saanen y Alpina el peso de referencia es de 31 a 32 kg y para las cabras de raza Angora de 25 a 26 kg.

El estro tiene una duración media de **24 a 48 horas**, se manifiesta por hiperactividad, la búsqueda del macho, el movimiento de la cola, micción frecuente, edematización y enrojecimiento de la vulva e inmovilidad frente al macho. Al comienzo del estro, es frecuente la descarga de mucus transparente, que toma un aspecto blanquecino cremoso, una vez producida la ovulación. La actividad homosexual de montas entre hembras antes y durante el estro que se observa en el bovino, no es muy frecuente en el caprino. El momento de la ovulación en relación al inicio del estro es variable: entre 30 a 42 horas.



Chiva lechera cruce con cría

Hembra Anglo Nubian



Para detectar la presentación del estro (mensual o estacional), se pueden utilizar a campo machos vasectomizados con arnés marcador, o a corral machos enteros "con delantal". Las hembras que aceptan la monta del macho se consideran en estro.

Para la determinación de la ovulación se puede emplear la técnica laparoscópica que permite observar en los ovarios los cuerpos lúteos (Thimonier y Mauleon, 1969) y estimar el momento de la ovulación en base a su tamaño y color (Oldham y Lindsay, 1980). Esta técnica permite una rápida detección de las cabras que están cíclicas, determinar la tasa de ovulación, y a su vez, permite detectar las hembras anovulatorias o los falsos estros (hembras marcadas por los machos sin estar en celo).

Otra posibilidad es la determinación de la funcionalidad del cuerpo lúteo, mediante la evaluación de los niveles plasmáticos de progesterona por radioinmunoensayo, entre los días 4 a 17 post estro (Terqui y Thimonier, 1974). Como referencia se considera que la hembra está en fase folicular o en anestro cuando presenta **valores sanguíneos inferiores a 1 ng/ml de progesterona plasmática**. Repitiendo el análisis a los 7 días se confirma el diagnóstico. Si los valores son superiores a 1 ng/ml se confirma que el animal está ciclando, de lo contrario la hembra se presenta en anestro. Actualmente el empleo de la ecografía permite realizar un estudio más pormenorizado de la actividad ovárica y estudiar la dinámica folicular y del cuerpo lúteo.

1.b. Aspectos reproductivos del macho caprino

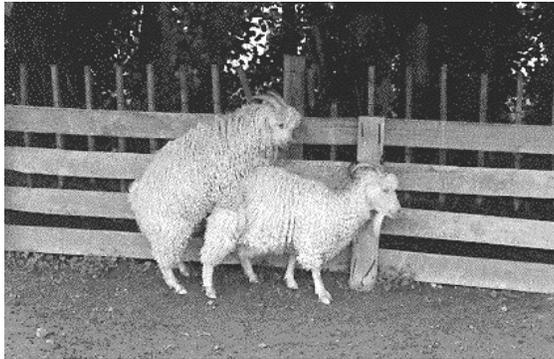
Los machos caprinos también son influenciados por el fotoperíodo y los factores ambientales y presentan variaciones estacionales en su capacidad de servicio (líbido) y en su calidad seminal. La actividad sexual del macho caprino depende de los niveles sanguíneos de andrógenos (testosterona) que se incrementan considerablemente hacia la mitad del otoño, decreciendo a partir del invierno. Durante la primavera y el comienzo del verano se presenta un nivel muy bajo, con picos episódicos de baja amplitud. La testosterona y la actividad sexual se correlacionan positivamente.

El mayor desarrollo testicular se manifiesta en la época de máxima actividad sexual (otoño) y disminuye considerablemente en la primavera y el verano. El volumen promedio del eyaculado en la especie caprina es de 1.5 ml. Al comienzo de la edad reproductiva (8 a 18 meses), es significativamente menor y variable según las razas y las condiciones de manejo y alimentación. Sobre un total de 180 extracciones de 14 machos adultos de la raza Angora, se ha obtenido **un rango de 0.4 a 1.8 ml con un valor medio de 0.8 ml** (Gibbons y col., 1992; Abad y Gibbons, 2000).

La concentración espermática (número de espermatozoides por ml) en machos adultos de raza Angora presenta un rango de 2000 a 4300 millones/ml con un valor medio de **3200 millones de espermatozoides/ml** (Gibbons y col.,

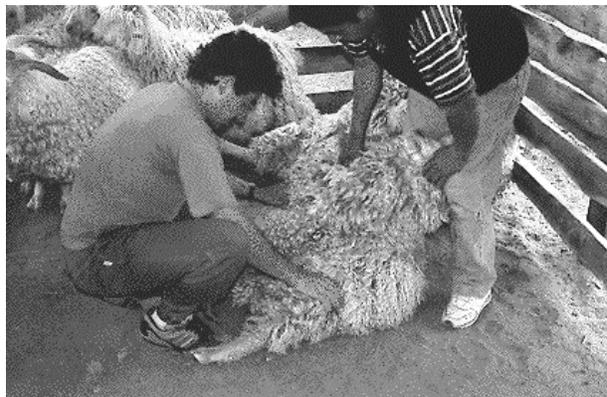
1992;. Abad y Gibbons, 2000). La concentración espermática presenta una relación inversa al volumen seminal.

Para la utilización seminal en programas de inseminación artificial y/o de congelamiento de semen se recomienda realizar las colectas en la estación reproductiva, considerando la actividad sexual que manifieste cada raza para un determinado sistema de producción (latitud, temperatura, nutrición, etc.). Cabe consignar que antes de la inclusión de los machos en un programa de mejoramiento genético, se debe realizar una revisión clínica del aparato reproductor (testículos, pene y ganglios linfáticos) (Robles, 1988).



Test de
capacidad
de servicio

La actividad sexual del macho puede ser evaluada con diversos fines. Uno de los objetivos puede ser determinar y caracterizar la variación mensual o estacional de una raza. A su vez, las pruebas de capacidad de servicio permiten seleccionar “machos evaluados” para la venta que no presentan dificultad para realizar la cópula y que disponen de alta libido. Esta prueba se denomina “**Test de Capacidad de Servicio**”. Consiste en colocar un macho en presencia de una hembra en celo, durante 5 a 10 minutos, con el fin de observar si realiza monta/s con eyaculación. El celo se induce mediante una inyección intramuscular (IM) de 1 mg de Valerato de Estradiol (Progynon Depot, Lab. Schering, Argentina). Se presenta 48 horas después de la aplicación.



Revisación
clínica de
castrones

Estas pruebas se complementan con la obtención de semen mediante el uso de la vagina artificial a fin de analizar la calidad seminal mediante un espermograma.

Efecto macho

Se denomina “efecto macho” (EM) a la influencia de la presencia de los machos sobre la inducción de la actividad sexual en las cabras, al comienzo de la época reproductiva estacional y en el anestro superficial, siempre y cuando las mismas hayan estado aisladas de los machos por un período mayor a tres meses. El EM en las cabras de raza Angora en la región patagónica, inicia la actividad cíclica estral provocando una concentración de estros fértiles (43%) entre los 8 a 10 días de incorporados los machos (Gibbons y col., 1994). El porcentaje de hembras en estro y la concentración diaria varía según las razas, época del año y en especial al estado nutricional del hato. En las cabrillas, el EM está muy relacionado con el desarrollo corporal y por lo general la concentración de estros es más baja y variable.

1.c. Gestación y presentación de abortos

El período de gestación varía, según la raza y el individuo, de 144 a 151 días, **señalándose una duración media de 149 días**. Durante el primer trimestre de la gestación, tanto la oveja como la cabra dependen de la funcionalidad del cuerpo lúteo para llevar a cabo la gestación. Posteriormente la placenta pasa a ser la fuente principal de progesterona en la oveja, mientras que el cuerpo lúteo en la cabra es indispensable para mantener la gestación.

Esta característica de las cabras se asocia a la presentación de **abortos espontáneos tardíos**. Así por ejemplo un estrés nutricional puede producir una hipoglucemia persistente en la hembra y en el feto y activar el eje hipotálamo hipofisario fetal alterando el funcionamiento endócrino placentario. La prostaglandina liberada por la placenta, causa la regresión del cuerpo lúteo de la preñez, con la consiguiente expulsión de uno o más fetos.

A diferencia de otras razas caprinas, la cabra Angora presenta abortos tardíos, **asociados a una disfunción de la glándula adrenal materna**. Probablemente la causa se deba a la alta presión de selección ejercida sobre esta raza para la producción de pelo mohair (van Rensburg, 1970). El aborto es precedido por una disminución en el nivel sanguíneo materno de cortisol, que produce un aumento en la liberación de cortisol fetal, desencadenante de los partos prematuros. De esta forma, cualquier situación de estrés, ya sea nutricional, de manejo (confinamiento) o climática (tormentas, nieve), puede provocar una insuficiencia adrenal, que induce abortos en grado variable.

1.d. Diagnóstico de preñez

El diagnóstico temprano de gestación, menor a 60 días de gestación (DG), se determina por:

- √ Las cabras durante la estación reproductiva no retornan en celo entre los 19 a 21 días del último estro.
- √ El nivel de progesterona sanguínea, a partir de los días 19 a 22 post estro, se mantiene en valores superiores a 1 ng/ml. Niveles de progesterona inferiores a 1 ng/ml determinan que no hay gestación.
- √ La detección de los latidos fetales por ultrasonido es posible a partir de los 40 DG. La no auscultación de los latidos significa la ausencia de preñez.
- √ La técnica ecográfica determina la preñez a partir de los 26 DG, siendo efectiva en un 100% a partir de los 30 DG.

Entre los 60 a 110 DG se pueden realizar las siguientes determinaciones:

- √ Colocando la cabra en decúbito dorsal, mediante la colocación en el recto de una varilla de plástico de sección redonda (30 cm longitud), se eleva el útero grávido hacia la pared abdominal, para realizar la palpación del contenido uterino. En el animal no gestante se palpa la varilla. Con experiencia a los 70 a 100 DG el diagnóstico tiene un elevado índice de acierto.
- √ La utilización de equipo de ultrasonido tipo A que se utiliza en cerdos puede ser empleado entre los 65 a 100 DG, con una eficiencia del 85 al 90%.
- √ El diagnóstico de una preñez avanzada, 100 a 120 DG, se realiza con la cabra sentada; el feto se palpa colocando ambas manos en las ingles y realizando movimientos para detectar partes duras del mismo.

1.e. Parto: duración y comportamiento de las madres

La parición es un evento reproductivo para el cual se debe realizar una planificación estratégica y cuidadosa. En la Patagonia, debido a las posibles condiciones climáticas adversas que pueden presentarse en esta época (primavera temprana), las crías deben resguardarse de posibles temporales y de los predadores. Por lo tanto es importante contar con algún reparo o alojamiento para encerrar las cabras y las crías, al menos durante la noche.

La nutrición de las hembras en el pre-parto, es otro punto importante a tener en cuenta. Se debe mantener un nivel ascendente de alimentación durante las 6 últimas semanas de gestación (algunos criadores reservan algún potrero para este momento), ya que una subnutrición al final de la preñez predispone al nacimiento prematuro de cabritos pequeños, más débiles y sensibles al frío y que presentarán dificultad para alimentarse por sí mismos.

Dos o tres semanas antes del nacimiento, se observan cambios anatómicos en las hembras a nivel de la glándula mamaria, evidenciándose una marcada tumefacción. Durante las 24 a 48 horas antes del parto, inducida principalmente por la acción estrógena y de la relaxina, se presenta una relajación de los ligamentos pélvicos; tumefacción y alargamiento de la vulva; cambios en el estado del tapón mucoso cervical y un endurecimiento de la glándula mamaria debido a la "bajada de la leche".

Cuando comienza el trabajo de parto, la hembra se presenta muy inquieta observándose aumento de las frecuencias cardíaca y respiratoria. Se aísla del hato; se tumba, se levanta y comienza con contracciones uterinas regulares, con una dirección craneo-caudal. Estos síntomas forman parte de la **primera etapa del parto (dilatación)**, en la que se produce la apertura del cuello uterino y posteriormente se observa salida de líquido corioalantoideo por la vulva.

En la **segunda etapa (expulsión)**, la distensión del cuello uterino y la vagina, provocan un reflejo neurohumoral (reflejo de Ferguson) que produce un aumento de las contracciones abdominales (pujos) y la liberación de oxitocina, que intensifica las contracciones miométricas. Estas son dolorosas, provocando inquietud y malestar a la hembra que se echa, se levanta, se mira el flanco, etc. A continuación aparece el amnios (bolsa de aguas), que se rompe dejando libre a la cría para ser expulsada. La hembra adopta la posición de decúbito lateral con las extremidades extendidas; el momento de mayor esfuerzo coincide con la salida de la cabeza y el torác. El cordón umbilical se corta cuando el feto pasa por el canal del parto o cuando la hembra se pone de pie.

En la **tercera etapa (expulsión de secundinas)**, disminuye la amplitud de las contracciones uterinas, las vellosidades coriónicas liberan las criptas maternas y se produce la inversión del corioalantoide. La presencia de la membrana desprendida dentro del útero provoca pujos de menor intensidad causando su eliminación. La duración del parto es muy variable (1 ó 2 horas), dependiendo de la cantidad de fetos, tamaño de los mismos, presentación en el canal de parto, estado y edad de la madre, etc.

Cuidados en el parto

Los cabritos recién nacidos se examinan para comprobar que la boca y ollares se encuentren libres de mucosidad, que respiren con normalidad y que tengan fuerzas para succionar.

Se debe observar que la hembra reconozca a el/los cabrito/s cuando pare, que produzca calostro y asegurar que los canales de los pezones no se encuentren obstruidos. Es importante que la cría consuma el calostro en las primeras horas de vida ya que su absorción intestinal disminuye notablemente transcurridas las 24 horas post parto. En el caso que la cría sea demasiado débil para succionar o la cabra incapaz de suministrarle su calostro, se debe proceder a alimentar al cabrito con otra cabra (ama de leche) o sino se le puede administrar calostro con una sonda gástrica (50 cc de calostro dos o tres veces en el día a 37 °C).

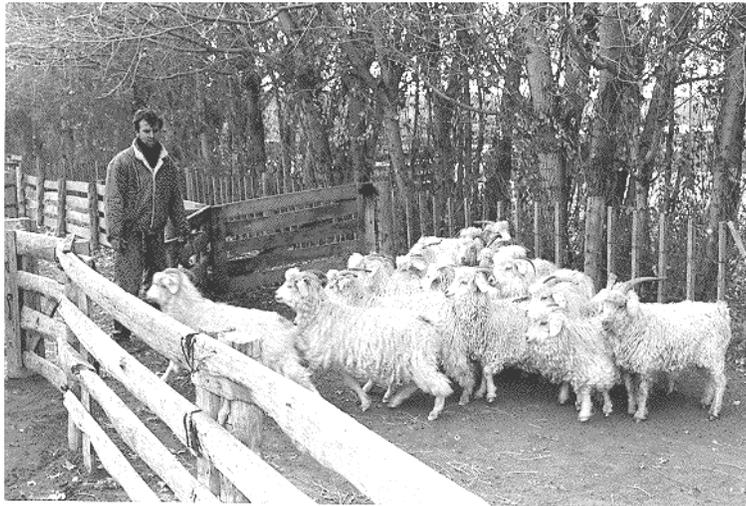
1.f. Puerperio

Los cambios que ocurren en el aparato reproductor durante el puerperio incluyen la involución uterina y el reinicio de la actividad ovárica. En la cabra la involución se completa hacia el día 30 post parto y precede al primer estro. Dado que esta especie presenta una reproducción estacional, el intervalo entre parto y primer celo y ovulación, está influenciado por la época de parición. Por ejemplo, en la región patagónica, con un servicio estacionado de otoño y parición en primavera, los celos fértiles se reinician en la siguiente estación reproductiva.

2. CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA DE UNA RAZA CAPRINA

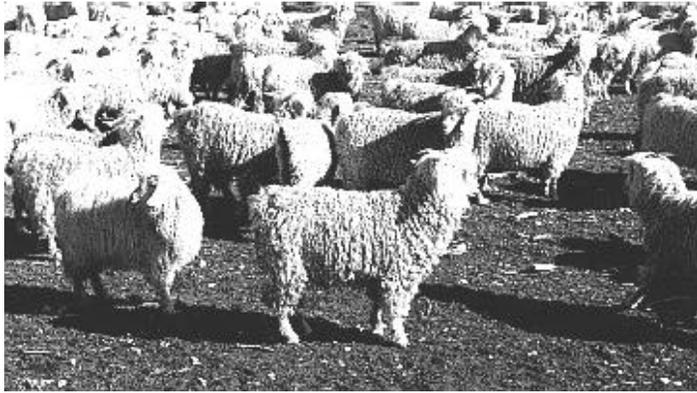
2.a. Núcleos experimentales

Con el objetivo de profundizar los conocimientos y caracterizar la actividad reproductiva de una raza exótica o local es **necesario establecer un grupo o núcleo experimental**, que permita fundamentalmente realizar investigaciones bajo condiciones específicas controladas.



Núcleo experimental de INTA Pilcaniyeu

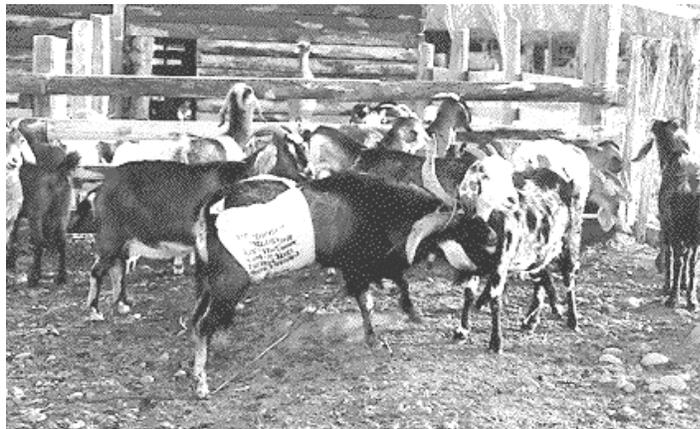
La formación del núcleo experimental (según el tipo de variables a estudiar) debe ser realizada mediante una selección representativa de un número considerable de animales existentes en los sistemas de producción de diferentes orígenes, a fin de disponer de una amplia variación genética en la población de estudio. Para estudios de variación estacional de la actividad reproductiva en **machos** se recomienda un número mínimo de **10 animales** con una buena condición nutricional, con un período de adaptación al medio ambiente de 3 meses, así como con un alto grado de mansedumbre. Las mediciones mensuales en los machos son: **pruebas de capacidad de servicio, determinación de peso vivo, condición corporal y tamaño testicular**. Para las determinaciones de **calidad seminal** se recomienda comenzar con animales jóvenes, entrenados en la obtención de semen por medio de salto en vagina artificial, previo al comienzo del estudio. Las evaluaciones seminales deben realizarse cada 15 días, siendo las siguientes determinaciones las más frecuentes: volumen, concentración espermática, motilidad, porcentaje de espermatozoides vivos y anormales.



Hembras de un núcleo en

Para las **hembras** se sugiere un lote de **15 a 20 animales** en condiciones semejantes a las indicadas para los machos. Se recomienda realizar diariamente la **detección de celos**, mediante retajos, y una laparoscopia exploratoria a los 7 días post estro, para determinar la **ovulación y tasa ovulatoria**. Conjuntamente se recomienda determinar la **concentración sanguínea de progesterona** para confirmar la funcionalidad del/los cuerpo/s lúteo/s. El seguimiento se debe realizar durante un año, incluyendo un control mensual de **peso y condición corporal**.

Macho con delantal
detectando celo en
un grupo de hembras
caprinas lecheras



Este tipo de estudios permite una caracterización de la actividad reproductiva, determinando el período de actividad sexual y de anestro, la presencia de ciclos estrales cortos, la duración del estro, la identificación de los meses de celos silentes o de ovulaciones sin estro, así como la variabilidad de la tasa de ovulación (Chemineau y col., 1986).

2.b. Determinación de la edad y peso vivo a la pubertad

En los machos: Se sugiere la formación al nacimiento de un lote de 12 a 15 animales, mantenidos con sus madres y hermanas hasta el destete, en las condiciones habituales de manejo nutricional.

La determinación del peso y diámetro testicular se lleva a cabo cada 15 días, desde los tres meses de edad hasta que presenten capacidad de realizar salto con eyaculación. La determinación del comportamiento sexual se realiza cada mes, desde los 5 meses de edad (razas precoces) hasta comprobar el servicio; estas observaciones se realizan induciendo hembras en estro. El tamaño testicular puede ser un buen predictor del inicio de la pubertad (Chemineau, 1984).

En las hembras: Se sugiere la formación de un lote de 15 a 20 animales, mantenidas junto a sus madres y hermanas desde el nacimiento hasta el destete, en condiciones habituales de manejo nutricional.

Se recomienda determinar cada 15 días el peso vivo desde el nacimiento hasta el primer estro. El nivel de progesterona se determina cada 15 días desde los 3 meses de edad (razas precoces) hasta el primer servicio, y diariamente la presencia de estros.

Se deben considerar para ambas categorías las variaciones correspondientes a la época de nacimiento.

2.c. Reasunción de la actividad sexual post parto

Para determinar el inicio de la actividad cíclica estral post parto se recomienda disponer de un lote de 20 hembras mantenidas en buenas condiciones nutricionales. Cabe consignar que es importante la influencia de la estación del año en la que se producen los partos, si son simples o múltiples, el manejo del destete y si la madre es primípara o múltipara.

Las determinaciones recomendadas son: el peso vivo de las madres y de las crías cada 15 días, la condición corporal de las madres cada 15 días, y la detección diaria de estros a partir de los 30 días post parto, utilizando machos vasectomizados. La determinación de la ovulación se realiza mediante dosaje de progesterona o bien realizando laparoscopías exploratorias a los 7 días post estro y que a su vez permiten establecer la tasa de ovulación.

2.d. Eficiencia reproductiva del hato

La fertilidad, la prolificidad y la mortandad embrionaria son parámetros a tener en cuenta cuando se realiza estudios de caracterización reproductiva de un hato. La **fertilidad** se expresa como un porcentaje:

a) $N \text{ hembras paridas/hembras al servicio (cubiertas o no por servicio)} \times 100$

b) $N \text{ hembras paridas/hembras cubiertas por servicio (uno o más)} \times 100$

c) $N \text{ hembras paridas/hembras inseminadas} \times 100$

El punto a) es el más utilizado como referencia.

Hay que tener en cuenta que la distribución de la parición permite establecer retrospectivamente la distribución de los servicios. Por lo general es más fácil de recabar la información de las fechas de parto.

La **prolificidad** se expresa como:

$$\frac{N \text{ cabritos paridos}}{N \text{ cabras paridas}} \times 100$$

Esta tasa expresa el potencial productivo de una raza y está muy condicionada a los factores de manejo y alimentación.



Hembra Anglo Nubian con cría al pie

La **mortandad embrionaria** se estima en base a la determinación del número de cuerpos lúteos (laparoscopia o ecografía) y crías nacidas de la ovulación correspondiente.

La **época de servicio** se debe ajustar en base a la mejor época para que se presenten los partos y consecuentemente la lactancia (razones climáticas, producción de pasturas y, fundamentalmente, comerciales). Todas las variables deben ser medidas y ajustadas para obtener una aceptable eficiencia productiva. Los registros de temperatura, lluvias, humedad, radiación solar, fotoperíodo, curva de crecimiento de los pastos o forraje, etc. deben ser tenidos en cuenta y correlacionados cuando se realizan los estudios de actividad reproductiva.

Las modificaciones que se quieran establecer al manejo tradicional (sincronización de estros para el servicio dirigido a corral o la inseminación artificial, cambios de alimentación, luz artificial, parición a cubierto, etc.) deben ser realizadas con mucha precaución y analizando el costo/beneficio de la implementación de las diversas prácticas.

Por último, no se debe dejar de considerar la **sanidad** de los hatos que puede incidir en las determinaciones reproductivas que se quieran analizar.

3. LA CABRA DE RAZA ANGORA

3.a. Aspectos básicos

Al igual que en otras razas caprinas, el conocimiento de los aspectos básicos de los procesos reproductivos, es determinante en el incremento de la eficiencia productiva.

Esta raza se caracteriza por ser muy estacional y alcanzar la pubertad a edades variables. En las condiciones extensivas de cría de la Patagonia, las cabrillas y cabritos alcanzan la edad reproductiva **cuando se han desarrollado corporalmente, aproximadamente en su segundo otoño de vida (18 meses).**

Otra característica de esta raza es que ambos sexos presentan una marcada inactividad y desinterés sexual fuera de la estación reproductiva. La época de actividad sexual del macho se inicia a comienzos de marzo y se profundiza hacia el otoño. Se caracteriza por la presencia de un **olor característico** debido a que se orinan frecuentemente el vellón y en especial la cara y pecho. **Las hembras no presentan actividad cíclica estral hasta que se las coloca en presencia de los machos (efecto macho).**

El ciclo estral se presenta entre los 19 a 21 días. La duración media de los estros es de 24 a 36 horas. Los servicios acortan la manifestación del estro.

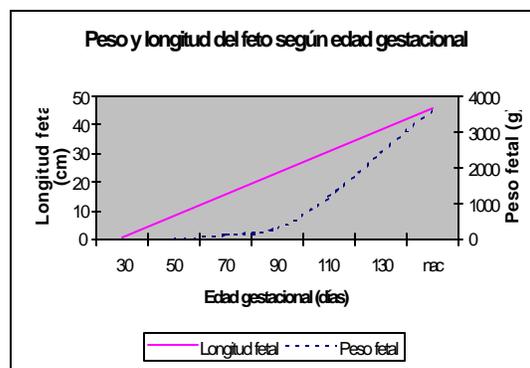
En la región patagónica los servicios se realizan a partir de fines de abril-comienzos de mayo hasta fines de junio. **El servicio se lleva a cabo durante al menos un período equivalente a 2 ciclos estrales, con un 4% de machos.** El servicio en otoño determina que la parición ocurra en primavera. Esto permite el nacimiento de los cabritos en una época climáticamente favorable. Al mismo tiempo, se hace coincidir la máxima producción de forraje con los altos requerimientos maternos de lactación y el crecimiento inicial de las crías. La finalidad de los servicios más tempranos es obtener cabritos para su venta a fin de año. El riesgo es la presentación de una primavera con condiciones climáticas desfavorables (lluvias, vientos y nevadas) que reducen la sobrevivencia de las crías recién paridas y pueden producir abortos.

La duración media de la gestación es de 149 ± 5 días. Los primeros partos en las cabrillas suelen ser simples y en la edad adulta los partos dobles pueden ser frecuentes, condicionados por el desarrollo corporal, el estado nutricional al servicio y las características genéticas de cada hato.

Cabritos de raza Angora



El peso al nacimiento es muy variable: 2 a 3.5 kg, y está condicionado a los factores genéticos, edad, desarrollo corporal, estado nutricional de la madre durante la gestación y tipo de parto (simple o doble). En el siguiente gráfico se presenta el peso y el largo del feto en relación a la edad gestacional.



Tomado de Shelton y Groff, 1974

3.b. Eficiencia reproductiva

La **eficiencia reproductiva** incluye una serie de procesos, como la manifestación de estro, la ovulación, la concepción, la sobrevivencia embrionaria y fetal y la sobrevivencia de las crías hasta el destete.

Se pueden considerar las siguientes pérdidas estimativas en la eficiencia reproductiva (Shelton y Steward, 1973):

Fase reproductiva	% Pérdidas (rango)
Ovulación sin estro	10.7 (0 a 28.6)
Cabras no preñadas entre los 25 a 30 días de servicio	12.5 (5.9 a 23.2)
Abortos (30 días post servicio hasta la parición)	8.9 (0.2 a 16.7)
Pérdidas por crías débiles	22.0 (4.5 a 50.0)
Muertes hasta el destete	32.1 (3.7 a 66.7)

Si bien los valores presentados en la tabla son de referencia, en condiciones no asistidas durante la parición, se observa que las pérdidas más importantes se presentan por crías débiles al nacimiento, y por las muertes hasta el destete.

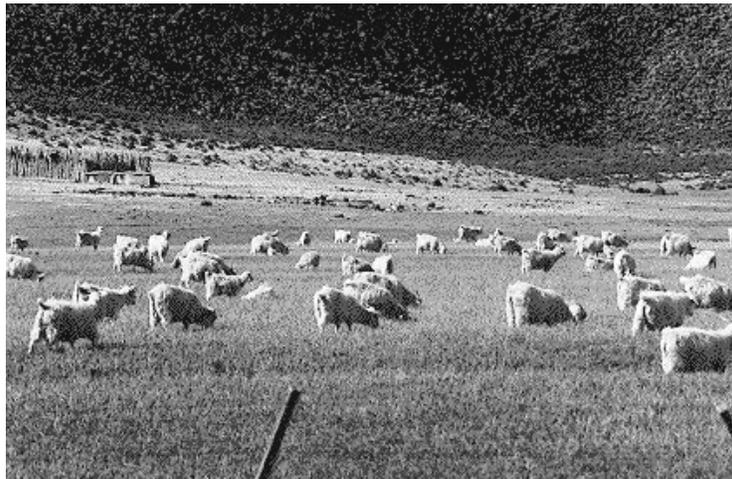
En Patagonia, el factor que tiene mayor influencia en la eficiencia reproductiva, es **el inadecuado estado nutricional** de los animales al servicio (valores inferiores a 30 kg peso vivo) y al parto (valores inferiores a 35 kg peso vivo). El deficiente peso corporal al servicio afecta la fertilidad del hato; se presentan hembras en anestro y subfértiles, incrementándose la incidencia de

ciclos estrales de corta duración (debido a una involución temprana del cuerpo lúteo). Un bajo peso corporal al parto está asociado con el aumento de los abortos y con una elevada mortandad perinatal de las crías. El **frío, viento y humedad suelen ser las principales causas de una alta mortandad al nacimiento**, debido a que las crías sufren un fuerte estrés que les limita la recuperación post parto y la posibilidad de alcanzar la ubre para la toma del calostro, principal fuente de energía y de protección inmunitaria. Por lo tanto, se recomienda que las hembras dispongan de una buena alimentación un mes y medio antes del comienzo del servicio y del inicio de la parición.

La disponibilidad de cobertizos para el encierre de las crías durante el primer mes de edad favorece la sobrevivencia, especialmente cuando las crías son débiles y necesitan asistencia del productor para el amamantamiento inicial.

Estas pérdidas pueden incrementarse con los partos dobles y, en ciertas circunstancias, se suman los abortos hacia el final de la gestación. En referencia a esta última variable se le atribuyen causas de tipo genético (selección por alta producción de pelo mohair que condiciona el funcionamiento adrenal preparto de la cabra en gestación avanzada), nutricionales (deficiencias proteicas), manejo inadecuado (que ocasione un estado de estrés como arreos, confinamiento, privación de alimentos o de bebida).

La **predación por zorro colorado o puma** es un problema que puede incrementar considerablemente la pérdida de crías. Esta pérdida ocurre durante todo el primer año del chivito.



Hato caprino de raza Angora

4. TÉCNICAS DE LA REPRODUCCIÓN

4.a. Introducción

La inseminación artificial (IA) es una técnica que permite la deposición del semen colectado y fraccionado en el tracto reproductivo de las hembras. Se debe tener presente que **la IA es solamente una herramienta para un programa de mejoramiento genético**. Se implementa para multiplicar las características productivas deseables de reproductores de alto valor genético, en cualquier época del año.

El uso de **semen congelado** produjo un gran impacto en el mejoramiento genético mundial, al acelerar considerablemente el flujo de material genético superior hacia sectores poblacionales de inferiores características productivas, así como al facilitar el transporte internacional de semen. Se evita también el costoso traslado de los reproductores y se disminuye el riesgo sanitario. Esta técnica permite la absorción genética de una raza local por una introducida, preservar el material genético de especies en riesgo de extinción y disponer de variabilidad genética de especies sujetas a un continuo proceso de mejoramiento.

4.b. Anatomía y reproducción del caprino

Un conocimiento básico de la anatomía del tracto reproductivo y de la fisiología reproductiva de la hembra caprina, nos permitirá comprender con mayor facilidad el desarrollo de los próximos temas.

El aparato reproductivo de la cabra comprende los ovarios, los oviductos, el útero y la vagina. Los oocitos se originan en los ovarios. Los oviductos son pequeños conductos por donde son transportados los oocitos hasta su encuentro con los espermatozoides y, por ende, el lugar donde se realiza la fecundación. Una vez fecundado el oocito, comienza una serie de divisiones celulares que conformarán el embrión, el cual desciende por el oviducto hasta el útero, en donde se desarrollará la gestación. El útero presenta una diferenciación anatómica en su continuidad con la vagina que se denomina cérvix, sobre el que ampliaremos algunos aspectos en relación a la IA. La vagina es el órgano copulatorio de la hembra en cuyo extremo externo se localiza la vulva. Las borregas y las cabras que nunca parieron presentan a nivel vaginal una estructura fibrosa denominada himen, el cual se puede palpar introduciendo el dedo por la vagina. En forma natural, se rompe al momento del parto, por lo tanto puede servir como un indicador de la primera parición de la hembra.

El ciclo estral está regulado principalmente por 4 hormonas: **folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH)**, que se producen en la hipófisis anterior, y **estrógeno y progesterona**, producidas por los ovarios.

La **FSH** tiene como función intervenir en la estimulación del desarrollo de los folículos del ovario para la producción de oocitos, y la **LH** actúa en la fase final del crecimiento de los folículos y desencadena la ovulación.

El **estrógeno** es liberado por los folículos que están en proceso de maduración y su incremento en sangre produce el comportamiento en celo de la cabra y por lo tanto la aceptación de la cópula.

Al producirse la ovulación, se forma a partir del folículo ovulatorio, el denominado cuerpo lúteo. Su finalidad es producir **progesterona**, la cual va a cumplir la función de mantener la gestación en el caso de que la hembra quede preñada. En el supuesto que la cabra no quede preñada, el cuerpo lúteo va perdiendo su actividad biológica y se presentará un nuevo celo. Este proceso continuará durante la estación reproductiva y será interrumpido sólo por la preñez, determinadas enfermedades o una alimentación deficiente.

En los machos, la FSH interviene en la formación de los espermatozoides; y la LH actúa, a nivel del testículo, estimulando la producción de andrógenos (testosterona), y en forma conjunta, promueven la maduración de los espermatozoides. La testosterona interviene en el deseo sexual o líbido y el comportamiento sexual de los machos.

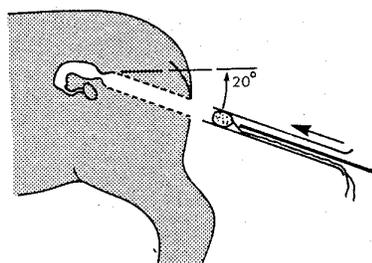
Algunos aspectos que se deben tener en cuenta:

- ✓ Se debe recordar que durante la estación reproductiva los celos se presentan cada 19 a 21 días.
- ✓ Se presentan ciclos estrales cortos de 5 a 7 días.
- ✓ La mayoría de las cabras permanece en celo (acepta la cópula) durante 18 a 36 horas.
- ✓ La ovulación generalmente ocurre entre las 6 horas antes y las 12 horas después de finalizado el celo.

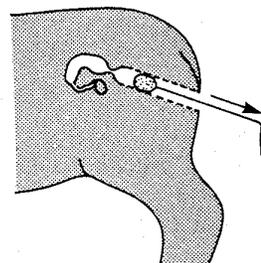
4.c. Tratamientos de sincronización de estros

El tratamiento más recomendado es la utilización de progestágenos (derivados de progesterona), en dosis de 30 a 40 mg de acetato de fluorogestona (FGA) o **60 mg de acetato de medroxiprogesterona (MAP), impregnadas en esponjas intravaginales**. Las mismas simulan la acción de un cuerpo lúteo mediante la liberación lenta de progestágenos. Se colocan en la vagina por 15-17 días, período de tiempo que iguala o excede la vida media del cuerpo lúteo.

Debido a la alteración del transporte espermático producida por efecto de los progestágenos y con el objetivo de mejorar la sincronía de los celos y las ovulaciones, se aconseja la utilización de progestágenos en forma combinada con una dosis de **gonadotropina coriónica equina (eCG)**.



Introducción de esponjas



Extracción de esponjas

La eCG se administra por inyección intramuscular (IM) al momento de retirar las esponjas, en la estación reproductiva; o 48 horas antes del retiro, en el anestro estacional. Provoca un pico importante de estrógenos, induciendo la aparición de un pico preovulatorio de LH y la ovulación; al tiempo que mejora la sincronía de los celos. Las dosis utilizadas de eCG varían entre 200 y 600 UI, dependiendo fundamentalmente del peso corporal, de la raza y de la época del año, aconsejándose probar en principio la dosis menor. Es importante destacar que **dosis elevadas de eCG ocasionan ovulaciones y gestaciones múltiples**, generando altas pérdidas por mortalidad perinatal.

En Patagonia, para las cabras de raza Angora, se recomienda un tratamiento con esponjas intravaginales durante 17 días y una aplicación de eCG de 200 UI al retiro de las mismas.

En Francia, para las razas lecheras de alta producción, el esquema de sincronización de estros consiste en la colocación de esponjas intravaginales durante 11 días. A las 48 horas antes del retiro de las esponjas, se aplican IM una inyección de eCG (400 a 500 UI durante la estación reproductiva y 500 a 600 UI en contraestación reproductiva) y una de prostaglandinas (100 microgramos de cloprostenol).

El método de sincronización de estros con esponjas intravaginales y eCG, permite alcanzar una elevada concentración de celos y llevar a cabo la IA a un tiempo fijo luego de finalizado el tratamiento hormonal, sin detección de celos (IA sistemática). Asimismo facilita el servicio dirigido a corral y también permite la concentración de los estros fuera de la estación reproductiva. Los estros se presentan en el 85 a 95% de las cabras, entre las 24 a 48 horas post retiro de las esponjas.

No se recomienda utilizar esponjas en las cabrillas de primer servicio ya que, debido a la necesidad de romper el himen durante su colocación, un gran

número de animales puede presentar los laterales de la esponja adheridos a las paredes internas de la vagina al momento de su retiro.

Durante la estación reproductiva, cuando las cabras están ciclando, el estro puede ser sincronizado por la administración de **prostaglandinas F2 alfa (PF2alfa)** mediante la aplicación de 100 microgramos IM de cloprostenol. Es a partir del día 4 hasta el día 17 del ciclo estral cuando se presenta el efecto luteolítico. Cuando se utilizan dos aplicaciones, separadas por 11 días, cualquiera sea el día del ciclo estral en que la cabra estuviese al momento de la primera inyección, estará en fase luteal al momento de la segunda, aumentando la eficiencia de la sincronización. El estro se presenta dentro de las 66 horas de aplicada la segunda dosis, con eficiencia variable y una marcada dispersión de los estros.

4.d. Detección de celos

La identificación de los celos puede realizarse a corral o a campo. En el primer caso debe trabajarse con pocos animales a la vez (20 a 25 hembras con **2 retajos o machos con delantal**) y debe tenerse en cuenta que los celos de las borregas pueden pasar inadvertidos, debido a que son poco manifiestos. Una buena práctica es cambiar los machos buscadores de celo cuando manifiestan poco interés sexual. La identificación de celo, que se realiza a la mañana, debe comenzar una vez que el hato no está sumido por el frío.



La flecha muestra el delantal

Otra forma es usar los “retajos” a campo, colocándoles **chalecos marcadores** o simplemente pintándoles el pecho con ferrite disuelto en agua (polvo utilizado para la tinción de pisos). Los machos se repintan cada 48 horas.



Castrón de raza Angora con delantal

La proporción de machos marcadores respecto a las hembras debe ser de 1 a 20. La detección de estros se lleva a cabo preferentemente 2 veces/día mediante la observación de las hembras con pintura en el anca.

4.e. Servicio dirigido

Cuando se desea conocer la paternidad de las crías se puede realizar:



Servicio a corral

- √ **Servicio a corral:** es suficiente con un solo servicio, en el momento que se identifica la hembra en celo.
- √ **Programa de IA:** la inseminación se realizará a las 12 horas de detectado el celo. Puede repetirse cada 12 horas durante el tiempo que la cabra acepte la monta de un retajo o de un macho con delantal.

4.f. Colección y evaluación del semen

Cuando se realiza un programa de extracción de semen para su utilización en fresco, congelamiento o para realizar un examen seminal, se debe considerar el estado nutricional, sanitario y realizar una correcta revisión clínica.

La técnica más recomendada para obtener una colecta de semen es el empleo de una **“vagina artificial”**. La misma provee estimulación térmica (temperatura) y mecánica (presión) para producir la eyaculación.



Vagina artificial



Extracción de semen

Es importante comenzar con el entrenamiento de los machos al menos 2 meses antes de su inclusión en un programa de extracción seminal. Para ello, los animales son entrenados para realizar el salto en la vagina artificial. En la época reproductiva se facilita el adiestramiento, dado que el interés sexual disminuye la inhibición de los machos ante la presencia del hombre. La disponibilidad de semen de animales jóvenes acelera el mejoramiento genético al reducir el intervalo generacional.

Para el entrenamiento, se debe contar con una hembra en celo. El estro puede ser inducido y mantenido durante el período de entrenamiento y extracción seminal, mediante una inyección IM cada 48 horas de 1 mg de valerato de estradiol (Progynon Depot, Lab. Schering).

La vagina artificial se acondiciona con 40-60 cc de agua caliente a 50-70°C, según las pérdidas de calor que se produzcan hasta el momento de su utilización, siendo importante que la temperatura interior de la vagina artificial al momento de la eyaculación, sea de aproximadamente 38°C. A uno de sus extremos, se adosa un tubo de recolección seminal templado y seco. El acondicionamiento final de la vagina se logra por el agregado de aire a la cámara de agua, con el fin de estrechar la luz vaginal aproximadamente a 1 cm de diámetro.

La recolección del semen se realiza en un lugar limpio y libre de polvo. Se lava y seca el vientre y el prepucio del macho y se recortan los pelos prepuciales para evitar la contaminación del semen cuando se efectúa la colecta seminal. Asegurada la cabra en un cepo, el operador se sitúa al lado de la hembra, sujetando la vagina artificial con el extremo abierto frente al prepucio en un ángulo de 45°. Un "golpe" del animal hacia arriba y hacia adelante indica que la eyaculación ha ocurrido. El tubo de recolección se protege de los cambios bruscos de temperatura y se coloca en un baño de agua a 36°C.

Cuando se inicia la época de obtención de semen y, si los animales no han estado previamente en servicio, se recomienda **no utilizar los primeros 10 a 15 eyaculados** para el congelamiento, en orden de producir una remoción de las reservas espermáticas. En el caso de que los machos estén en servicio, es recomendable darles un descanso sexual de una semana, antes de iniciar las colectas seminales.

La frecuencia de obtención de semen está supeditada a la libido de cada macho en particular. Para un programa de congelamiento se recomienda obtener **uno o dos eyaculados diarios, durante 45 días seguidos y dar descansos de 2-3 días.**

Una vez obtenido el semen, se lo debe colocar en un baño de agua a 36°C, evaluándose **motilidad masal, volumen y concentración espermática** (número de espermatozoides/ml). Una pequeña gota sobre un portaobjetos entibiado permite observar el grado de movimiento en masa o motilidad masal, que brinda una estimación del porcentaje de espermatozoides vivos y su vigor. La motilidad

masal, el volumen y la concentración espermática varían entre individuos y aún entre los eyaculados de un mismo animal.

4.g. Inseminación artificial

Los programas de IA y mejoramiento genético están normalmente destinados a las cabras de alto valor genético de la cabaña o el establecimiento. Antes de incorporar los animales a un programa de inseminación, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos de nutrición, sanidad y reproductivos:

- √ Las hembras deben alcanzar como mínimo **2 puntos de condición corporal** al momento de la IA. La condición corporal es un valor subjetivo o índice de la gordura de los animales. Consiste en medir la deposición grasa de los músculos lumbares, con un grado máximo de 5 y uno mínimo de 0 (Morand-Fehr, P.; Hervieu, J., 1999).



Evaluando Condición Corporal

- √ Las cabras deben estar **libres de enfermedades**.
- √ El destete de los cabritos debe **realizarse 6 a 8 semanas antes de la IA**
- √ Se deben **“refugar” las cabras viejas y con problemas de ubre** (pezones ciegos, ubres cortadas o mastitis), como así también aquellas cabras que no hubieran retenido servicio por 2 años consecutivos.

4.g.1. Manejo del semen fresco

La IA con semen fresco consiste en la **deposición de las dosis de semen fraccionado en el tracto reproductivo de las hembras**. Una vez que el semen es evaluado y considerado apto para su utilización, es necesario proceder a la determinación de la concentración espermática (ver punto 5.c.), asegurándose una cantidad de 100 millones de espermatozoides por dosis (valor mínimo indicado para la IA cervical con semen fresco).

Por ejemplo con un eyaculado de una concentración de 3000 millones/cc de semen, se pueden inseminar 30 hembras.

El semen puede utilizarse **puro** (sin diluir), fraccionando 0.03 cc por cabra (1 cc/30); o **diluido**, mediante el agregado de un diluyente en base a leche de vaca descremada al 10% y glucosa al 1%. El diluyente es calentado previamente a 92-94°C durante 10 minutos, entibiándose luego a 30°C. A esta temperatura se agrega penicilina y estreptomycin (1000 UI y 1 mg por ml de diluyente, respectivamente). El diluyente se agrega por las paredes del tubo de colección de semen y se mezcla realizando movimientos oscilatorios. La dilución del semen aumenta su período de conservación (valor de referencia: una hora entre la obtención del eyaculado y la última inseminación), al mismo tiempo que facilita su dosificación. Considerando los valores antes mencionados, mediante la adición de 2 cc de diluyente, se completan 30 dosis de inseminación de 0.1 cc por animal.

Es muy importante **verificar la motilidad masal** del semen cada 5 ó 6 inseminaciones, de manera de asegurarse que conserve su viabilidad y no haya sido alterado por algún accidente técnico involuntario (contaminación con agua, golpe térmico, etc.).

4.g.2. Manejo del semen congelado

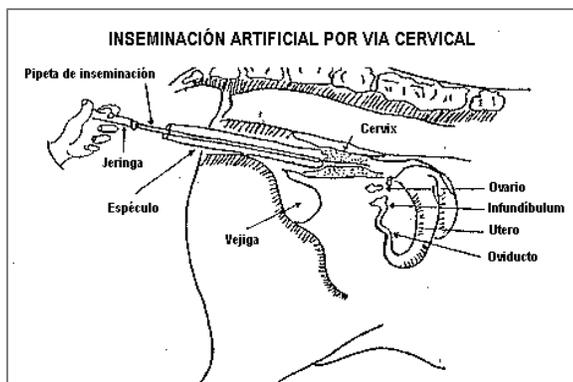
El descongelamiento del semen se realiza a una temperatura de **36°C** en un ambiente climatizado a 25°C. Una vez descongelado, es conveniente proceder a su rápida utilización.

Termo con nitrógeno líquido



4.g.3. Inseminación artificial cervical

El lugar donde se practica la IA debe estar limpio, a una temperatura ambiental de 20-25°C, y libre de corrientes de aire.



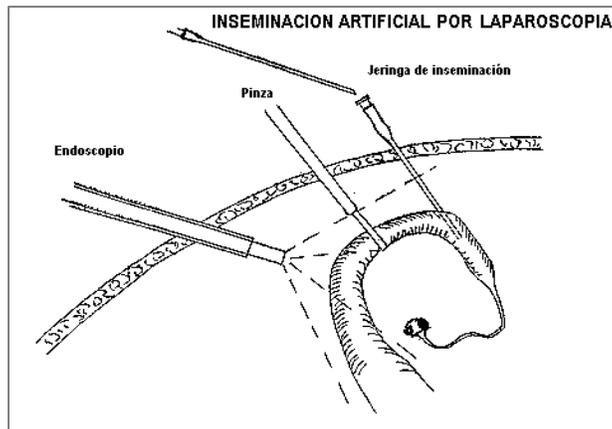
En la especie caprina, a diferencia de la ovina, tanto la IA con semen fresco como con semen congelado, puede realizarse por vía cervical. Debido a la reducción de la viabilidad espermática producida por el proceso de congelamiento y descongelamiento, la dosis de inseminación con semen congelado por vía cervical debe ser mayor que con semen fresco (200 y 100 millones de espermatozoides, respectivamente).

La cabra debe sujetarse de pie, en un mínimo de tiempo, evitando causar estrés innecesario en los animales. Se limpia la vulva con una toalla de papel descartable. Se introduce el vaginoscopio hasta el fondo vaginal en donde se localiza el cérvix. A continuación la punta de la vaina de inseminación se guía hasta el orificio uterino externo (cérvix) y se introduce mediante suaves movimientos, sin lesionar la mucosa, llevándose a cabo la descarga del semen.

4.g.4 Inseminación artificial mediante laparoscopia

La laparoscopia es una técnica que mediante un **sistema óptico** introducido por punción en la cavidad abdominal, permite realizar la visualización de los cuernos uterinos. El acceso con la dosis de semen se realiza a través de un pequeño orificio que se efectúa con un trócar en proximidad de la glándula mamaria. La inseminación consiste en inyectar la mitad del semen en cada cuerno uterino, mediante una **jeringa que dispone de una fina aguja**.

Esta técnica de inseminación es utilizada ampliamente en la especie ovina, donde los porcentajes de preñez con semen congelado por vía cervical son del 20-25%, debido a la dificultad que presenta el cérvix para ser traspuesto con la pipeta de inseminación. En el caprino está siendo utilizada con la doble finalidad de elevar el porcentaje de preñez respecto a la IA por vía vaginal y de reducir el número de espermatozoides por dosis de inseminación. Otra ventaja que presenta la IA por laparoscopia es que permite realizar la IA a un tiempo fijo con respecto al retiro de las esponjas (IA sistemática), alcanzándose una fertilidad aceptable.



A continuación se presentan valores de eficiencia reproductiva para distintas alternativas de IA (valores de referencia para razas lecheras):

SEMEN	VIA	DOSIS	IA	<u>PREÑEZ</u> <u>Z</u>
FRESCO	Cervical	100 mill	Con detección de celo	60-70%
CONGELADO	Cervical	200 mill	Con detección de celo Sistemática*	50% (±10%)
	Laparoscopia	100 mill	Con detección de celo Sistemática**	55% (±10%)

* 45 horas post retiro de las esponjas intravaginales

** 55 horas post retiro de las esponjas intravaginales



IA por laparoscopia

5. CONGELAMIENTO DEL SEMEN CAPRINO

En este capítulo se describe la serie de procedimientos que se realizan para el congelamiento del semen caprino.

5.a. Preparación del diluyente seminal

Se utiliza leche descremada en polvo al 10%, más glucosa al 1%, diluidos en agua destilada. Por ejemplo: 25 ml de agua destilada, 2.5 g de leche descremada, 0.25 g de glucosa. El diluyente se mantiene a 92-94°C en baño de agua durante 10 minutos. Una vez cumplimentado ese tiempo, se entibia a 30°C y se agrega penicilina y estreptomicina (1000 UI y 1 mg por ml de diluyente, respectivamente). El volumen total se divide en 2 fracciones iguales:

- √ **DILUYENTE A**, sin agregado de glicerol y
- √ **DILUYENTE B**, con agregado de glicerol al 12%. El glicerol es un crioprotector que disminuye el daño celular, producido por las bajas temperaturas de congelamiento. Por ejemplo: para 12.5 ml de diluyente B, la cantidad de glicerol a agregar es de 1.5 ml. Se entibia el glicerol y se agrega al diluyente B a 30°C para lograr una buena homogeneización.

El diluyente A permanece a 20-25°C, mientras que el diluyente B se coloca en heladera a 5°C. El pH del diluyente debe estar entre 6.8 y 7.2.

5.b. Obtención y evaluación del semen

Una vez que el semen fue recolectado en vagina artificial, se lo mantiene en un baño de agua a 36°C durante su evaluación. Se observa una gota de semen al microscopio con 100 aumentos sobre portaobjetos templado por platina térmica. Se puede tener una idea de la calidad del semen por la velocidad con que se hacen y deshacen las ondas seminales, denominado **motilidad masal**. La motilidad se estima por el vigor del movimiento de las ondas en una escala subjetiva (0, mínimo; 5, máximo). Únicamente si la motilidad masal es de 4 o mayor se procede a congelar el semen.

En todo momento es importante que el semen se mantenga protegido de los cambios bruscos de temperatura, contacto con el agua, radiación solar directa e impurezas.

5.c. Determinación de la concentración espermática

La determinación de la **concentración espermática** se lleva a cabo en cámara de Neubauer. Se realiza una dilución de 50 microlitos de semen en 2 ml de agua (1:400). El recuento espermático se realiza bajo observación

microscópica (100 o 200 aumentos). Si los espermatozoides no están repartidos uniformemente por toda la cámara, debe repetirse la operación de carga. Se cuenta el número de espermatozoides en un cuadrado "grande" (sin divisiones internas) por cada cuadrante y se repite el conteo en uno de los cuadrantes elegido al azar, contándose en total 5 cuadrados. La concentración de espermatozoides/cc de semen se calcula multiplicando la suma de los espermatozoides contados en los 5 cuadrados por 12.800.000.



Determinación de concentración espermática

5.d. Dilución y centrifugación del semen con la solución de lavado

La especie caprina presenta ciertas particularidades en la composición de su plasma seminal. Una de ellas es la existencia de una **fracción proteica (BUIII)** procedente de las glándulas bulbouretrales que interacciona con la leche utilizada en el diluyente produciendo inhibición de la motilidad de los espermatozoides. Para evitar los efectos perjudiciales de esta sustancia, algunos investigadores sugieren "**lavar**" el **semen**, es decir separar y eliminar el plasma seminal mediante centrifugación, antes de mezclar el semen con el diluyente.

Para proceder a la dilución de los líquidos seminales se agregan al semen 10 ml de citrato de sodio al 2.8% (pH= 6.8-7.2). Se centrifuga por 10 minutos a 2000 rpm. Eliminado el sobrenadante, por medio de una pipeta, se reitera el procedimiento, siempre cuidando que el citrato de sodio esté a igual temperatura que el semen.

5.e. Agregado de la solución A

Se calcula el volumen de diluyente que se debe agregar al semen de acuerdo a:

- √ las características del eyaculado: volumen y concentración (al número total de espermatozoides en el eyaculado se le descuenta un 10% de su valor, pérdida estimada que se produce al remover el líquido sobrenadante),
- √ al número total de espermatozoides por dosis (100 millones para IA por laparoscopia; 200 millones para IA cervical) y
- √ al volumen de la dosis (0.2 ml para pastillas; 0.25 ml para pajuelas).

La mitad del diluyente total se agrega de la solución A, con una pipeta templada. La otra mitad del diluyente se agregará posteriormente con la solución B.

5.f. Descenso de la temperatura y tiempo de estabilización a 5 °C

Una vez agregado el diluyente A, se procede al enfriamiento del semen diluido, desde la temperatura a la cual se agregó el diluyente, hasta 5°C. **El enfriamiento se realiza a razón de unos 2°C cada 3 minutos.** El semen diluido debe permanecer a esta temperatura en heladera por un tiempo de 45-60 minutos, antes de proceder al agregado del diluyente B.

5.g. Agregado de la solución B

Finalizado el tiempo de estabilización de temperatura a 5°C, se agrega el diluyente B, fraccionado en 3 partes iguales, homogeneizando cada vez que se agrega una fracción y con un lapso de tiempo entre fracciones de 10 minutos. A los 10 minutos del agregado de la última fracción de solución B, se podrá comenzar con el acondicionamiento del semen para su congelamiento.

5.h. Acondicionamiento del semen para su congelamiento

El semen se puede congelar en pajuelas en vapores de nitrógeno líquido (NL), o en pastillas en hielo seco (dióxido de carbono sólido a -79°C). El semen congelado por cualquiera de estos dos métodos, se conserva en un termo de NL (-196°C). La metodología del congelamiento en pastillas es más simple que en pajuelas, pero estas últimas pueden ser rotuladas individualmente y son más fáciles de manipular durante la IA.

Es importante realizar el congelamiento en un ambiente a baja temperatura y homogeneizar bien el semen durante esta operación, a fin de obtener dosis de similar calidad seminal. Se tendrá especial cuidado en la identificación de las partidas de semen.

5.i. Congelamiento del semen en pastillas

El congelamiento de semen en pastillas se realiza sobre una plancha de hielo seco, en cuya superficie, previamente, se moldean celdas con calor. Una vez cargado el semen en una pipeta, se vuelcan en forma rápida y sucesiva, volúmenes de 0.2 ml (± 4 gotas) por celda. Las pastillas permanecerán en el hielo seco hasta que su superficie se presente opaca, y luego las dosis congeladas se trasladarán al termo de NL.

5.j. Congelamiento del semen en pajuelas

Este congelamiento se realiza por medio del envasado del semen en pajuelas de plástico de 0.25 cc, selladas en ambos extremos con alcohol polivinílico. Las pajuelas se ubican horizontalmente en un marco metálico y se exponen a vapores de NL durante 5 minutos. A tal fin se colocan en una caja de telgopor con NL en su interior. Finalmente las pajuelas se almacenan en un termo de NL.

5.k. Descongelamiento y evaluación de la partida seminal

La evaluación de un 10% de las dosis congeladas permite determinar su aceptación para realizar la IA. El descongelamiento del semen se realiza en un tubo de hemólisis **en baño de agua a 36°C, durante 30-60 segundos.**

La evaluación microscópica (100 aumentos) se lleva a cabo colocando una gota de semen sobre un portaobjeto templado mediante platina térmica, inmediatamente después del descongelamiento. Se observa la **motilidad masal** al descongelamiento, repitiendo la observación 1 ó 2 veces.

Asimismo se realizan observaciones del semen entre porta y cubreobjeto templados para estimar el porcentaje de espermatozoides vivos y la motilidad individual progresiva. La motilidad individual progresiva se estima como la velocidad de desplazamiento hacia adelante de los espermatozoides en una escala subjetiva (mínimo, 0; máximo, 5).

Para aceptar una partida de semen congelado, las pajuelas o pastillas deben poseer:

- √ **motilidad masal al descongelamiento.**
- √ **un porcentaje de espermatozoides vivos superior al 30%.**
- √ **motilidad individual progresiva igual o superior a 3.**

6. BIBLIOGRAFÍA

- Abad, M.; Gibbons, A. 2000.** Determinación de parámetros seminales en caprinos de raza Angora. Comunicación Técnica Prod. Anim. EEA INTA Bariloche N° 380.
- Cognie, Y.; Houix, Y.; Logcay, B. 1971.** Donnees sur la croissance et la reproduction de la chevre en Guadaloupe. II Conference Internationale de L'Elevage Caprin, Tours, France: 345.
- Corteel, J. 1973.** L'insemination artificielle caprine: Bases physiologiques, état actuel et perspectives d'avenir. World Rev. Anim. Prod. 9: 73-79.
- Chemineau, P. 1983.** Effect on oestrus and ovulation of exposing Creole goats to the male at three times of the year. J. Reprod. Fertil. 67: 65-72.
- Chemineau, P. 1984.** "Buck effect" in tropical goats. In: Courot, M. The male in the farm animal reproduction. Boston. M. Nijhoff: 310-315.
- Chemineau, P.; Poulin, N.; Cognie, Y. 1984.** Secretion de progesterone au cours du cycle induit par l' introduction du male chez la chevre Creole en anoestrus: efect de la saison. Repr. Nut. Dev. 24: 557-561.
- Chemineau, P.; Normant, E.; Ravault, S.; Thimonier, J. 1986.** Induction and persistence of pituitary and ovarian activity in the out of season lactating dairy goat after a treatment combining a skeleton photoperiod, melatonin and the male effect. J. Reprod. Fert. 78: 497-504.
- Gibbons A., Cueto, M., Willems, P. 1992.** Inseminación artificial con semen congelado en cabras de raza Angora, sobre los celos concentrados post incorporación del efecto macho. Rev. Med. Vet. 73: 122-128.
- Gibbons, A.; Willems, P.; González, R.; Cueto, M.; García Vinent, J. 1994.** Actividad sexual de la cabra de raza Angora por efecto macho temporario o permanente. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 14: 209-214.
- González Stagnaro, C.; Pelletier, J.; Cognie, Y.; Locatelli, A.; Baril, G.; Corteel, J. 1984.** Descarga preovulatoria de LH y momento de la ovulación en cabras lecheras durante el celo natural o inducido por vía hormonal. Xth Intern. Cong. Anim. Reprod. & Artif. Insem. 2: 10-12.
- Morand-fehr, P.; Hervieu, J. 1999.** Appreier l'etat corporel des chevres. Interet et method. Reussir La Chevre. Mars-Avril. 231: 22-33.
- Oldham, C.; Lindsay, D. 1980.** Laparoscopy in the ewe: A photographic record of the ovarian activity of ewes experiencing normal or anormal oestrous cycles. Anim. Reprod. Sci. 3: 110-124.
- Ricordeau, G.; Bouillon, J.; Gaillard, A.; Lajous, A.; Lajous, D. 1984.** Modalités et caracteristiques de reproduction chez les caprins. Aspects génétiques. B.T.I. 391: 367-383.
- Robles, C. 1988.** Técnicas de revisión del carnero. Guía práctica. Comunicación Técnica Prod. Anim. EEA INTA Bariloche N° 109.

Shelton, M.; Stewart, J. 1973. Partitioning losses in reproductive efficiency in Angora goats. Texas Agr. Exp. Sta. PR-3187.

Terqui, M.; Thimonier, J. 1974. Nouvelle méthode radioimmunologique rapide pour l'estimation du niveau de progésterone plasmatique. Application pour le diagnostic précoce de la gestation chez le brebis et le chevre. C.R. Acad. Sc. Paris, Ser. D, 279: 1109-1112.

Thimonier, J.; Mauleon, P. 1969. Variations saisonnières du comportement d'oestrus et des activités ovarienne et hypophysaire, chez les ovine. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. 9: 233.

Van Rensburg, S. 1970. Reproductive physiology and endocrinology of normal and habitually aborting Angora goats. Thesis. Dept. of Physiology, Faculty of Vet. Sci., Univ. of Pretoria, Pretoria, Union of South Africa.



Hato caprino cruza para producción de carne