



Vol 2: No 2 2023

Gaceta sobre Rumiantes Pequeños - UPRM

En la primer número del segundo volumen del año 2023 de la “Gaceta sobre Rumiantes Pequeños - UPRM”, Vol 2: No 1, se documentó información sobre la sincronización del celo o estro en cabras, su importancia en el manejo reproductivo, y los métodos y protocolos utilizados. En este nuevo número, se presenta información sobre inseminación artificial, específicamente la evaluación del macho y la calidad del semen y métodos de colección.

Inseminación Artificial

El mejoramiento genético en la ganadería tiene como objetivo seleccionar animales con el mejor grupo de genes y utilizarlos al máximo como parentales. Sin embargo, los “mejores” animales no siempre están disponibles en el rebaño de los productores o podrían haber fallecido. La inseminación artificial (IA) es una técnica de reproducción asistida que consiste en depositar el semen del macho en el tracto reproductivo de la hembra utilizando medios mecánicos. La IA es una técnica simple, pero requiere personal adiestrado. Además, es esencial tener en mente que el éxito de cualquier programa de IA depende de tres factores principales; 1). La utilización de semen fresco o congelado viable/vivo, 2). la IA debe ser en el momento preciso con relación al celo y la ovulación de la cabra y 3) la deposición correcta del semen en tracto reproductivo de la hembra. No todas las cabras son buenas candidatas para IA. Aquellas que no tienen ciclos estrales normales y regulares cada 17 a 24 días o las que son difíciles de detectar en celo o estro no deben utilizarse en programas de IA.

El Macho y su Capacidad Reproductiva

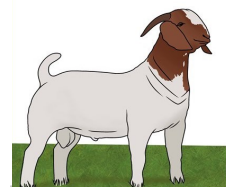
El éxito del apareamiento depende de la salud reproductiva de la hembra y del macho. Debido a que se espera que el macho aparee varias hembras, es importante determinar la fertilidad del cabro más que de cualquiera cabra individual. El examen de la capacidad reproductiva del reproductor (Breeding Soundness Examination, BSE por sus siglas en inglés) no asegura la fertilidad del cabro, pero permite al caprinocultor una evaluación inicial para poder seleccionar o eliminar los cabros que no tienen un buen BSE. La evaluación incluye un examen físico, la circunferencia escrotal y la calidad del semen.

Examen Físico

Este consiste en evaluar partes externas importantes del sistema reproductor del cabro como el tono testicular, la forma del escroto, la vaina, el prepucio y el pene. Palpar los testículos puede determinar su tono. Los testículos deben ser firmes dando una sensación esponjosa firme. Si los testículos son suaves o muy esponjosos o el cabro o macho tiene un epididimo alargado pueden ser signos de infección o de otra anomalía.

El escroto también se debe examinar como parte de la evaluación física, ya que la producción de esperma ocurre solamente a una temperatura ligeramente menor que la del resto del cuerpo. Si ocurren algunas formas no deseables del escroto, no se provee un ambiente apropiado para la espermatogénesis y afecta negativamente sobre su producción.

Una evaluación general de la salud es el último componente del examen físico. En escenarios de monta natural, el macho debe estar apto para caminar distancias largas además de montar las cabras al momento de aparearlos o la colección de semen. Las anomalías físicas como laminitis, artritis y abscesos o infecciones en la pezuña, pueden interferir con su habilidad para alcanzar y montar la cabra y hasta afectar la producción de esperma si pasa mucho tiempo acostado.



La evaluación del macho es esencial en programas de inseminación artificial

En este número

Inseminación artificial	1
El macho y su capacidad reproductiva	1
Circunferencia escrotal	2
Libido - Capacidad de apareamiento	2
Calidad de semen	2-3
Métodos para colección de semen	4

Editores

Abner A. Rodríguez, Ph.D.
Abner.rodriguez3@upr.edu
John Fernández Van Cleve, Ph.D.
John.fernandez1@upr.edu

Departamento de Ciencia Animal
Colegio de Ciencias Agrícolas- UPRM

Ilustraciones

Eilanís Rosado Galarza
Eilanís.rosado@upr.edu
Departamento de Ciencia Animal

Circunferencia Escrotal

La circunferencia escrotal (CE) es el componente mas controversial en el examen de capacidad reproductiva del macho. La CE esta altamente correlacionada al peso de los testículos que a su vez se correlaciona con la capacidad para la producción de espermatozoides. Generalmente, cada gramo de testículo produce alrededor de 15 millones de espermatozoides diarios. En ambos testículos la producción total de espermatozoides alcanza un promedio de 6 mil millones diarios. El volumen del semen y la concentración de espermatozoides son también de suma importancia para determinar la cantidad de pajillas de semen que se puede preparar de una eyaculación del cabro.

Libido - Capacidad de Apareamiento

El libido se define como el deseo sexual, o en otras palabras, el deseo que tiene el cabro para montar la cabra. Es el componente mas difícil de medir en un examen de capacidad reproductiva. En el apareamiento natural, el método mas común de evaluar la habilidad de apareamiento es observar el macho en las pasturas con un grupo de cabras. Como alternativa, el libido puede ser evaluado facilmente durante la colección de semen para la IA para determinar la fertilidad del cabro.

Calidad del Semen

La motilidad y la morfología del semen son factores muy importantes para determinar la fertilidad del cabro. Otras características que se avalúan para determinar la calidad del semen incluyen la producción diaria de espermatozoides, la concentración (10^9), el volume (ml) y la concentracion espermática por eyaculado (10^9 /ml). Los valores normales del eyaculado de un caprino adulto son:

Característica	Promedio	Variación
Produccion diaria de espermatozoides (10^9)	6.0	1.0 – 7.2
Volumen por eyaculado (ml)	1.0	0.5 – 1.5
Concentracion espermatica por eyaculado (10^9 /ml)	3.0	2.0 – 4.0

Durante la práctica de IA e inmediatamente después de la colección del semen, este debe de ser colocado en un baño de maria a 37°C para prevenir el trauma por frío y proceder a su evaluación inmediata para estimar su capacidad de fecundación. La calidad y fecundidad del semen depende de varios factores, pero aunque la capacidad de fecundar no puede predecirse, si se puede notar signos de infertilidad. Las desviaciones de los valores normales suelen ser un buen indicador de baja fecundidad. El objetivo de evaluar la calidad del semen es identificar aquellas muestras que presentan rasgos que apuntan a una fecundidad por debajo de lo normal y, por lo tanto, descartables. Una extensión de esta estrategia es descartar aquellos productores que continuamente producen semen de baja calidad.

En general, la calidad del semen depende de dos características principales:

- 1) La cantidad (ml) de espermatozoides colectados
- 2) La viabilidad de los mismos.

La cuantificación de espermatozoides es determinada facilmente con entrenamiento y el equipo adecuado. Es el producto el volumen del eyaculado y la concentración de espermatozoides. Sin embargo, determinar la viabilidad es mas complicado. Los espermatozoides viables son capaces de desplazarse (nadar) hacia delante (lo que se conoce como motilidad progresiva); tienen una estructura intacta de enzimas (acrosoma) rodeando la parte anterior de la cabeza; utilizan nutrientes de los diluyentes y secretan productos de desecho (metabolismo) que pueden alterar el pH del diluyente; y presentan una forma característica normal (morfología).

Volumen

El volumen del eyaculado de un caprino es generalmente de 0.5 a 1.5 ml y se mide fácilmente utilizando un tubo de recolección graduado adherido a la salida de la vagina artificial utilizada durante la colección

Concentración

Un eyaculado del cabro contiene un promedio de $1 \text{ a } 6 \times 10^9$ de células espermáticas. Una medida precisa del volumen de semen es importante cuando se planifica utilizarlo fresco o refrigerado para IA o para congelarlo. La concentración necesaria para una fertilización satisfactoria es de 40 millones de espermatozoides por ml de semen fresco y de 120 millones de espermatozoides móviles por ml semen congelado. Es común, el utilizar el doble de esa concentración de espermatozoides en la preparación de pajillas para inseminar. La concentración de espermatozoides en una muestra de semen puede determinarse utilizando los diversos instrumentos para esos propósitos como hematocitómetros, el colorímetros fotoeléctricos o el espectrofotómetros. La concentración de espermatozoides es el resultado de una combinación de varias condiciones como la época del año (ej. verano o invierno) en que se realiza la colección, el grado de preparación sexual del cabro, su edad, salud y estado nutricional, el descanso sexual antes de la fecha de colección, la aptitud para almacenamiento inherente del semen y la capacidad reproductiva del cabro. La mayoría de estas condiciones pueden controlarse con buenas prácticas de manejo. La habilidad del macho caprino reproductor para producir espermatozoides (en los testículos) y de almacenarlos en el epididimo) puede juzgarse a cierto grado por la palpación y medida de las estructuras sexuales antes mencionadas.

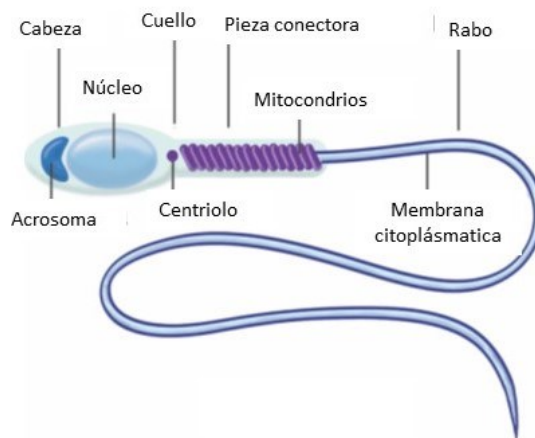
Motilidad

La motilidad progresiva se define como el porcentaje de espermatozoides en una muestra de semen que se desplazan (nadan) en una dirección mas o menos derecha. Los movimientos circulares o en reversa de los espermatozoides son indicadores de trauma por frío o medios que no son iso-osmóticos con el semen. La motilidad progresiva se determina examinando microscópicamente una gota de semen diluido. Lo anterior para que los espermatozoides individuales puedan visualizarse.

Morfología

El espermatozoide del caprino y similar a otras especies tiene en su morfología cabeza, cuello y rabo (cola) y los diferentes organelos (centriolo, núcleo, mitocondrias, membrana citoplásmica, pieza conectora) y estructuras (acrosoma) de la célula reproductiva.

Al evaluar la morfología de los espermatozoides del semen caprino generalmente se observan anomalías de la cabeza y el rabo o cola. Sin embargo, es importante también examinar la morfología del acrosoma localizado en la cabeza del espermatozoide. El examen del acrosoma requiere el uso de un microscopio sofisticado equipado con óptica de contraste de fases o de interferencia diferencial. Cualquier anomalía observada es categorizada como primaria, secundaria o terciaria. Además, es importante examinar la muestra de semen para determinar la presencia excesiva de bacterias y otros microorganismos no deseables y de leucocitos (glóbulos blancos de la sangre). Los leucocitos podrían ser indicadores de infecciones o enfermedades del macho. Muestras de semen con una presencia excesiva de microorganismos y/o glóbulos blancos no deben procesarse para evitar una posible transmisión de enfermedades o de infecciones del macho donante a los posibles receptores.



Morfología del espermatozoide del caprino

Métodos para la Colección del Semen

Vagina Artificial

La colección de semen del cabro se realiza comúnmente utilizando una vagina artificial (VA). Este método depende de la estimulación térmica y mecánica del glande del pene para provocar la eyaculación. La VA para cabras mide cerca de 20 cm de longitud con un diametro interior de aproximadamente 6 cm. Esta equipada con una cubierta interna de goma llena de agua a una temperatura inicial de 42 a 48°C. La VA se enfriará luego de 37 a 39°C, que se considera la temperatura óptima, al momento que esta lista para utilizarse. Una goma de latex en forma de embudo se coloca en el extremo de la VA y al final del embudo un tubo graduado para medir el volumen de semen.

Al coleccionar el semen para su evaluación o procesamiento se pueden utilizar cabras en celo o cabros castrados como estimulantes. El procedimiento común es restringir una cabra provocadora (cabra mostrando signos de celo) para que el cabro se excite y la monta. La cabra provocadora puede estar en celo natural o presentar celo inducido utilizando productos a base de prostaglandina. Es mas recomendable utilizar cabras en celo en vez de un cabro castrado para la colección de semen. Las hembras en celo emiten olores que excitan al cabro y promueven un mejor eyaculado. La cabra queda generalmente atada o restringida y el cabro expresa su comportamiento de cortejo. Es permisible que el cabro tenga varias montas falsas, lo que aumenta el volumen del posterior eyaculado.

Generalmente se necesitan dos personas trabajando en conjunto para realizar la colección de semen. Una persona se encarga de semi-restringir la cabra provocadora y la otra para dirigir el pene hacia la VA. Durante la colección, el agua tibia de la VA, la lubricación y la presión produce el estímulo para la eyaculación. El tubo graduado donde se colecta el semen debe protegerse en todo momento del contacto directo con la luz solar y durante el enfriamiento (debe ser gradual). El comportamiento o inclinación natural del cabro durante el apareamiento es rehuir a las personas cercanas. Un entrenamiento óptimo del animal es una solución a este comportamiento tímido y la resistencia a eyacular en la VA. El tiempo de entrenamiento requerido para facilitar la colección del semen es variable y depende mayormente de la individualidad del cabro. Tipicamente, al exponerlo a un evento simulado, que incluya la cabra provocadora y la VA, debe programarse 2 o 3 veces por semana con 2 o 3 eventos de simulacion diarios, imitando una colección. De esta manera se tendrán resultados satisfactorios después de 2 a 3 semanas incluso con el cabro mas tímido.

Electroeyaculador

En ocasiones, cuando un cabro se niega a montar la hembra o eyacular en la VA, es necesario coleccionar el semen mediante la electroeyaculación (EE), aunque este no es el método de preferencia. El uso de la EE requiere una técnica apropiada, experiencia y un equipo de buena calidad. En caso contrario, el proceso será muy doloroso para el donante de semen y no se lograra el objetivo.

Los equipos electroeyaculadores se fabrican de diferentes tamaños y formas y constituyen una alternativa cuando el cabro no esta en condición fisica apta para montar la hembra o cuando una monta adecuada no es posible. Generalmente, al utilizar EE se obtiene un mayor volúmen de semen, pero menor concentración de espermatozoides que con la colección utilizando la VA.

Algunos animales no responden bien a la estimulación eléctrica, especialmente si se requiere una segunda o tercera colección. Además, existe un alto riesgo de contaminación del semen con orina. En ocasiones, al utilizar el EE para la colecta se ha detectado altas concentraciones de minerales como sodio y potasio en los espermatozoides y el plasma seminal. Por otro lado, el aumento en volumen de plasma seminal colectado utilizando EE, se relaciona con una reducción de la resistencia de los espermatozoides al trauma por frio, en detrimento de la tasa de supervivencia espermatica post-descongelación del semen congelado.



Ilustraciones de la vagina artificial (arriba) y del electroeyaculador (abajo) los dos métodos utilizados para coleccionar semen caprino

