

REPRODUCCIÓN DE OVINOS: CONCEPTOS BÁSICOS, MANEJO Y BIOTECNOLOGÍA

Camila Muñoz M.
Médico Veterinario
CE Hidango

Para comprender el proceso reproductivo y la implicancia que tiene en la productividad final de una explotación, es necesario tener un conocimiento mínimo de los órganos involucrados y su sistema de regulación. Dicho conocimiento nos permitirá acercarnos a diferentes manejos reproductivos para rumiantes en pastoreo que facilitarán y/o acelerarán el logro de los objetivos productivos. Dentro de estos manejos se encuentran las biotecnologías más recientes de diferentes grados de complejidad, los que serán revisados brevemente en este capítulo.

ÓRGANOS IMPLICADOS EN LA REPRODUCCIÓN Y SU REGULACIÓN

La reproducción es un proceso complejo, cuyo éxito depende de la integración precisa de un número de eventos, tanto fisiológicos como conductuales, en el cual el objetivo último es la combinación del material genético proveniente de los padres, macho y hembra. Es necesario que exista un sistema altamente organizado, responsable de la integración y sincronización de los distintos procesos reproductivos. Esta organización constituye el "sistema reproductivo".

En el ovino, al igual que en todos los mamíferos, el proceso reproductivo está gobernado por el Sistema Nervioso Central. Este control es mediado por un sector específico del cerebro llamado *Hipotálamo*, el cual es influenciado y a su vez influye, sobre dos glándulas secretoras de hormonas, llamadas *Glándula Pineal* y *Glándula Pituitaria*. Las hormonas producidas en cada uno de estos tres elementos del sistema reproductivo, afectan la función de las gónadas sexuales (el ovario en la hembra y el testículo en el macho) (Figura 1). Las interacciones dadas entre las gónadas, las glándulas reproductivas y el cerebro constituyen el eje central que controla la funcionalidad reproductiva.

SISTEMA REPRODUCTIVO FEMENINO

Está compuesto por los ovarios, órgano par ubicado en la cavidad abdominal de las hembras, y por distintos conductos los que reciben y conducen, tanto al óvulo como al semen, al sitio de fertilización e implantación. Estos son el infundíbulo, las trompas de falopio, los cuernos uterinos, el cuerpo del útero, el cérvix y la vagina (Figura 2).

SISTEMA REPRODUCTIVO MASCULINO

El órgano reproductivo primario en el macho son los testículos, de forma ovoide, encargados de la producción de los espermatozoides. Además de éstos, el tracto está formado por las glándulas anexas (ampolla, vesículas seminales, bulbo-uretrales) y un sistema de ductos que conduce el semen al órgano copulatorio, el pene (fig. 3).

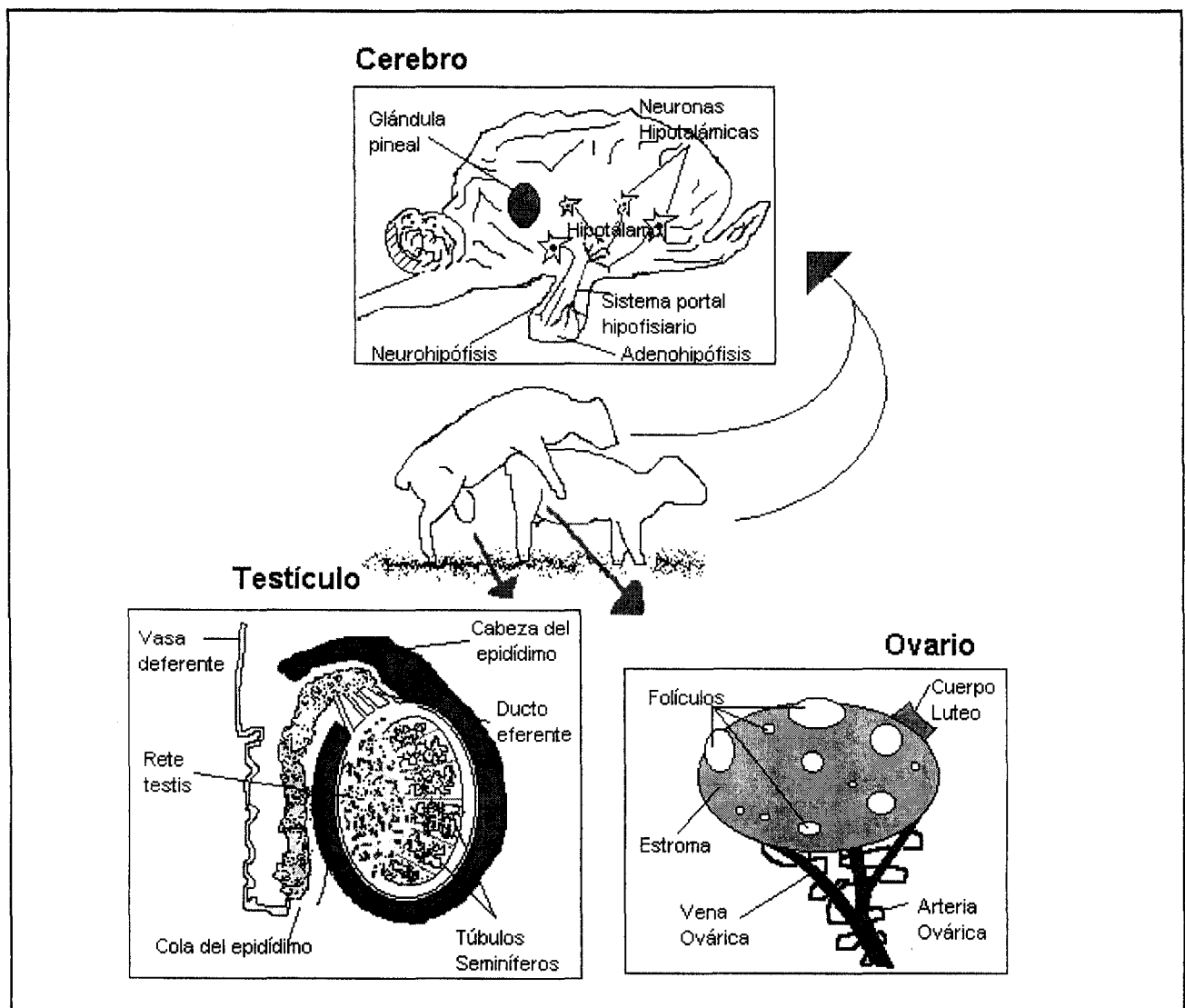


Figura 1. Diagrama esquemático de las principales estructuras componentes del axis reproductivo tanto de macho como de la hembra.

LAS HORMONAS REPRODUCTIVAS

Una hormona es definida como una secreción interna producida por glándulas endocrinas (internas) del cuerpo, que generan una acción específica o una respuesta en otro órgano. Para esto utilizan el sistema circulatorio como vehículo de transporte. Existen tanto hormonas hipotalámicas, de la pituitaria, de la glándula pineal, gonadales (del ovario y del testículo) y también placentarias. Estas sustancias de origen diverso, son las encargadas de sincronizar e integrar los distintos procesos reproductivos.

La combinación integral y armónica de todos los elementos mencionados permitirá la combinación del material genético de los padres. De este modo la hembra y el macho aportarán a través de la ovulación y de la eyaculación respectivamente, dos células huevo que deberán unirse en el

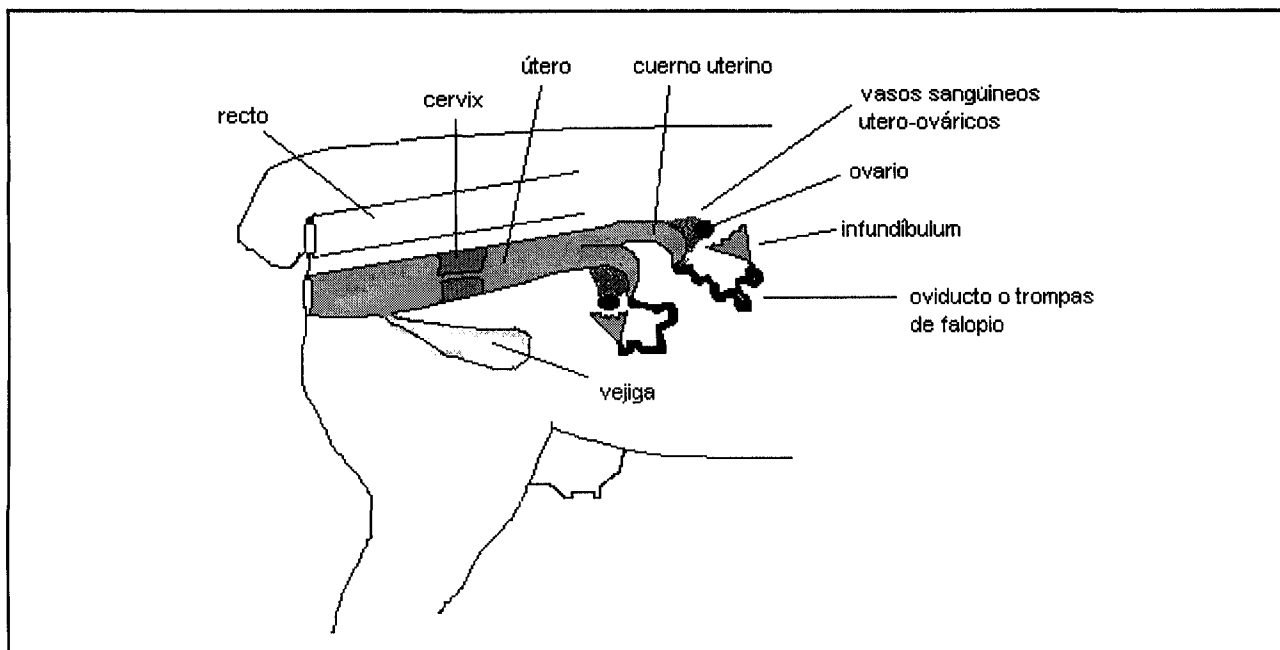


Figura 2. El tracto reproductivo femenino en el ovino.

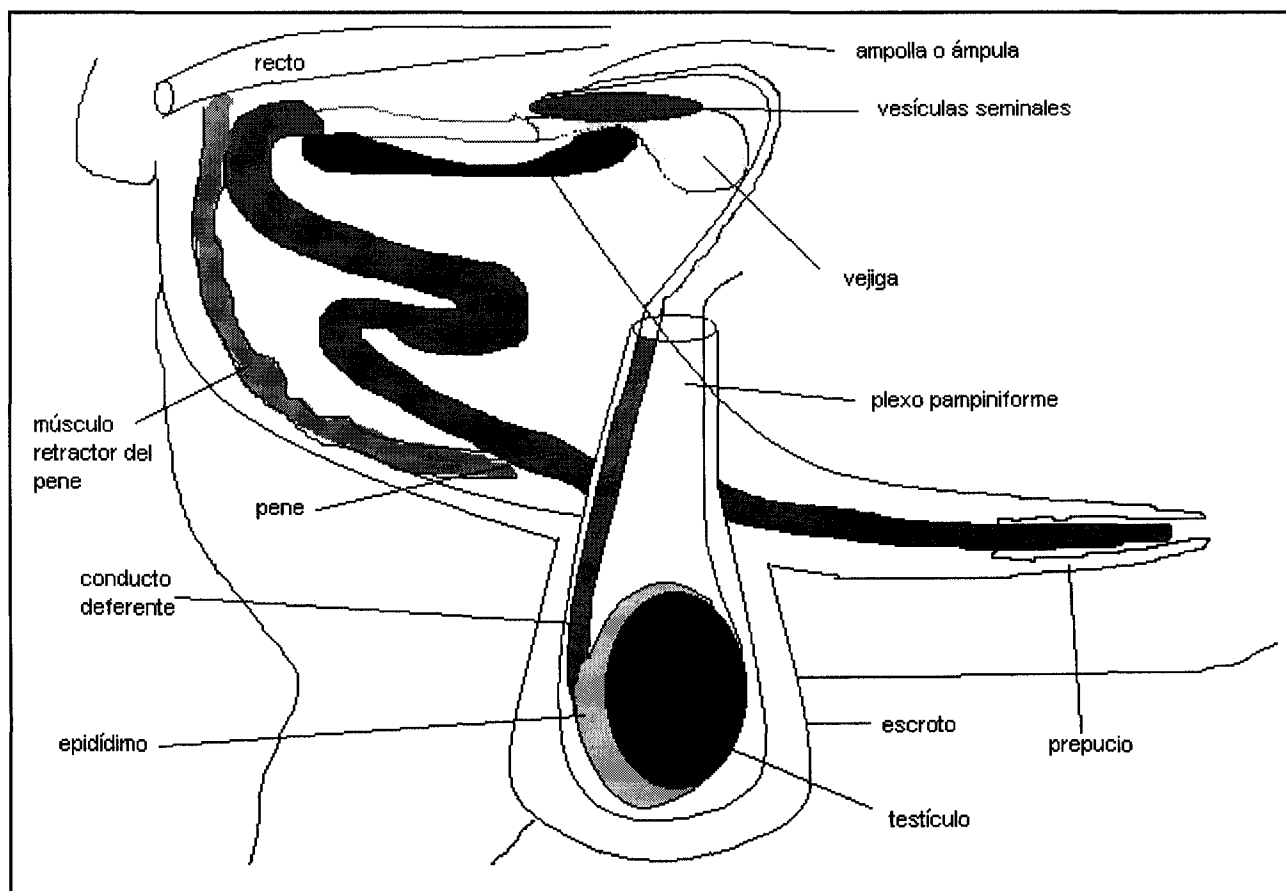


Figura 3. El tracto reproductivo masculino en el ovino.

tracto reproductor femenino, crecer y desarrollarse. Estos eventos fisiológicos ocurren bajo el control de las hormonas reproductivas y a través de su desarrollo, originan y condicionan actos conductuales y fisiológicos como son la pubertad, el ciclo estral, producción de espermatozoides, el celo, la cópula, la preñez, el parto y la lactancia.

CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS OVINAS

El ovino es *poliéstrico estacional de días cortos*. Esto significa que, al igual que muchos mamíferos, la actividad reproductiva está restringida a una época específica del año. Esto constituye una adaptación evolutiva tendiente a que las crías nazcan cuando los factores climáticos y nutricionales son conducentes a una mayor posibilidad de sobrevivencia.

Esta estacionalidad está regulada por un gran número de influencias ambientales, sin embargo, la de mayor importancia es el llamado fotoperíodo, es decir, la duración que tiene el día, expresado como horas luz, lo que varía marcadamente durante el año entre una estación y otra.

En el caso de los ovinos la temporada reproductiva estrictamente comienza en otoño, cuando la duración de las horas luz comienza a disminuir (estacionales de días cortos). Sin embargo, la duración de la temporada reproductiva no sólo está determinada por el fotoperíodo, sino que también está influido por las razas ovinas, donde las ovejas de razas británicas (Lincoln, Dorset, Hampshire, Southdown, Suffolk, etc.) presentan una temporada más corta, es decir, son más estrictas en cuanto a la sensibilidad al fotoperíodo con relación a las razas australianas (Merino e Ideal) que en algunas partes puede estar ciclando casi todo el año.

El ovino evalúa el fotoperíodo a través de la recepción de horas luz por medio de la retina del ojo. Esta está conectada por medios nerviosos con la glándula pineal. La hormona "melatonina" es producida por la glándula pineal durante las horas de oscuridad y la duración de esta melatonina nocturna es un sistema de código para el fotoperíodo. De esta forma, el ovino es capaz de detectar cambios en el largo de las horas luz y es capaz de usar esta información para programar los ciclos anuales reproductivos y el anestro (período de no ciclicidad).

La pubertad (comienzo de los ciclos estrales en la hembra y comienzo de la producción de espermios fértiles en el macho) se alcanza a los 6 a 9 meses en la hembra y a los 4 a 6 meses en el macho. Esto depende de la raza y de la condición nutricional entre otras cosas.

Las hembras ovinas son poliéstricas, esto significa que durante la temporada reproductiva presentan varios ciclos estrales. Un ciclo estral en términos fisiológicos es un período durante el cual ocurren una serie de eventos en la hembra ovina, tendientes a la elaboración, maduración y liberación de una célula llamada óvulo, célula que contiene la mitad de la dotación genética necesaria para dar origen a otro ser vivo.

Estos eventos son:

- a) Producción en el ovario de "folículos" o cúmulos de células que darán origen a 1 ó más óvulos.
- b) Selección de uno o más folículos, los que a diferencia de sus pares sufren un mayor desarrollo y no involucionan.

- c) Rompimiento del folículo y liberación del óvulo a través de un proceso llamado "ovulación".
- d) Migración del óvulo al sitio de fertilización o de unión entre la célula femenina (óvulo) y la masculina (espermatozoide).
- e) Formación en el ovario, a partir de las células remanentes de la ovulación de un "cuerpo lúteo" encargado de dar un ambiente apropiado para el desarrollo de un embrión, a través de la secreción de una hormona.
- f) En caso de no existir preñez, el óvulo y el ambiente especial se pierden, el cuerpo lúteo sufre una involución, es decir regresa, comenzando nuevamente la producción de folículos en el ovario y de esta manera dando inicio a un nuevo ciclo.

El desarrollo de todos estos eventos está mediado por hormonas especializadas e involucra la participación de todos los órganos anteriormente mencionados. De este modo, se repiten varios ciclos estrales hasta que la oveja quede preñada o hasta el término de la temporada reproductiva.

Por otra parte, el macho debe a su vez, producir la célula masculina llamada espermatozoide, célula que contiene la mitad de la dotación genética necesaria para dar origen a otro ser vivo.

Los espermios se originan en los testículos, lugar en que existe gran número de células inmaduras, las que al pasar por distintas etapas del tracto reproductivo masculino, van activándose y desarrollándose para finalmente, luego de un proceso de maduración, salir de los testículos y unirse a fluidos y secreciones de las glándulas anexas, los que en conjunto dan origen al *semen*.

La duración de un ciclo estral en el ovino es de 17 días, con un rango que varía entre 14 y 19 días. Durante este período ocurre el *estro* o *celo* (período durante el cual la hembra es receptiva al macho). El celo tiene una duración entre 24 y 36 horas, ocurriendo la ovulación en forma espontánea, durante la segunda mitad de él, liberando uno o más óvulos.

El macho a diferencia de la hembra no presenta un patrón estacional marcado, manteniendo todo el año su producción de espermatozoides, sin embargo, el semen es de mejor calidad durante el otoño, es decir, cuando las hembras se encuentran en temporada reproductiva.

La gestación ovina tiene una duración que varía entre los 144 y 150 días siendo posible obtener partos múltiples (mellizos y trillizos), lo que varía de acuerdo con la raza.

Existen distintos factores ambientales y genéticos que influyen en la reproducción.

Los factores ambientales pueden resumirse básicamente en cuatro categorías:

- a) La época del año o estacionalidad: Su efecto es directo sobre características reproductivas de las ovejas a través del fotoperíodo.
- b) La nutrición: Aun cuando desde hace tiempo se sabe que el plano o nivel nutritivo afecta la tasa de ovulación, es decir el número de óvulos liberados al momento de la ovulación, aún no está claro los mecanismos hormonales a través de los cuales se logra esta respuesta. Lo cierto es que el peso vivo del animal, la condición corporal y un incremento en la calidad

nutricional por un corto lapso de tiempo (práctica llamada flushing), afectan positivamente la tasa de ovulación.

- c) El estrés: En general el estrés tiene un efecto negativo sobre el proceso reproductivo, que se manifiesta en la demora o abolición del comportamiento sexual (no existe), la disminución de la tasa de ovulación y la reducción de la espermatogénesis (producción de espermios). Esto varía según el origen del estrés, de su intensidad y el período de tiempo durante el cual ocurre.
- d) Influencias sociales o de relaciones dentro de una especie: Pueden tener un efecto sobre la reproducción como el denominado “efecto macho”, o respuesta inductora de la actividad reproductiva que produce en un piño de hembras en anestro estacional, la introducción de un macho o de un grupo de hembras ciclantes.

Existen también factores genéticos que definen comportamientos reproductivos como son entre otros, las diferencias entre la duración de la estación sexual, las diferencias de parámetros reproductivos como fertilidad y tasa de ovulación, ya sea dentro o entre razas.

Otros factores afectan en forma exclusiva la fertilidad de los carneros. Las altas temperaturas, pueden afectar a los carneros en su producción espermática, para evitar estos efectos es necesario, durante el verano, realizar el encaste en lugares sombreados, con buenos pastos o en su defecto aumentar el número de carneros.

Las enfermedades que causan dolor o fiebre también disminuyen la fertilidad potencial que los carneros pudieran tener, por lo que animales afectados por una enfermedad poco tiempo antes del encaste o durante éste, no deben ser utilizados.

Para lograr detectar a tiempo anomalías de los carneros es necesario realizarles una evaluación testicular para determinar sus aptitudes reproductivas. Esto se hace a través de una revisión testicular, donde es posible detectar testículos de tamaño anormal, ya sean menor a lo normal o de tamaños marcadamente diferentes, animales criptorquídicos (un solo testículo), flaccidez de los testículos, inflamaciones locales a menudo en la cola del epidídimo (base del testículo), etc. Todas estas características son indeseables para un reproductor, el que debe tener testículos grandes, de consistencia firme (no duros), de superficie lisa a la palpación, sin nódulos, durezas o irregularidades.

MANEJO REPRODUCTIVO DE OVINOS

Bajo un sistema extensivo la elección de un buen ordenamiento de los distintos factores involucrados en la producción ovina durante el año, tiende a mejorar la eficiencia productiva de los sistemas. Estos factores son: calidad y cantidad de forraje disponible, requerimientos nutricionales durante diferentes estados fisiológicos, las interacciones con enfermedades infecciosas o manejo determinados, etc. Bajo este marco, es recomendable basar el ordenamiento en el período reproductivo y en forma más específica en la elección de la época de encaste, para sincronizar de la mejor forma los factores ya mencionados. El ordenamiento del sistema y una

clara visualización de los objetivos de la explotación, permitirán el desarrollo de una empresa exitosa. Un mejor uso de las biotecnologías reproductivas, a través de la aplicación de prácticas de manejo, es un avance importante para el incremento en la productividad. Sin embargo, no se puede perder de vista que la aplicación de dichas tecnologías debe enmarcarse en una producción eficiente y de bajo costo.

- **Encaste de ovinos púberes**

El encaste de machos y hembras púberes, ha sido promovido desde hace varios años, sin embargo, su práctica es muy reducida. Machos jóvenes de mínimo 40 kilos pueden ser utilizados exitosamente con hembras en una proporción de 1:30. Para su implementación, se debe unir a ovejas adultas en pequeños potreros por un período de un mes aproximadamente y luego serán repasados con machos adultos. Con esto se evita la dominancia de los machos adultos que impedirán la monta de los más jóvenes por una parte, y por otra se evitarán las bajas fertilidades de las hembras jóvenes de ciclos irregulares e inexperiencia. De igual modo, machos jóvenes no deben utilizarse en encastes tempranos por su menor capacidad de estimular hembras en anestro reproductivo.

En cuanto a las hembras, éstas deben tener al menos 35 a 40 kilos de peso y deben ser encastadas con machos adultos en pequeños potreros, sin la presencia de hembras experimentadas, ya que estas compiten por la atención del macho en forma activa, disminuyendo la atención del carnero sobre las borregas. Aún así, la fertilidad de las borregas es más baja que las hembras adultas y depende en forma importante del genotipo, de la edad y del peso vivo al momento del encaste. En el caso de encastar a estas hembras, debe existir una alimentación preferencial durante el último tercio de gestación y la lactancia, para así lograr la menor merma en el peso de ellas y no tener efectos detrimentales en su futuro reproductivo. La fertilidad y fecundidad de estas hembras son menores a una oveja madura pudiendo esperar una tasa de destete entre 40 a 50% considerando habilidad materna, distocia, partos únicos, sobrevida de las crías, etc.

Las principales ventajas del uso de animales púberes, sería en el caso de carneros, la reducción del número de reproductores viejos necesarios para el encaste y permite al agricultor accesos más tempranos a material genético superior. El uso de las hembras púberes aumenta la producción de corderos del predio y la eficiencia de uso de forrajes estacionales por unidad animal. Sin embargo, esto conlleva un costo dado por el alimento necesario para alcanzar pesos de encaste y para mantener a las hembras púberes durante la lactancia.

- **Avance de la temporada reproductiva**

La proporción de razas que existe en las zonas de secano, son en su mayoría razas derivadas del Merino con algún grado de Suffolk (cabezas negras). El fotoperíodo de estos ovinos determina que las ovejas pueden comenzar a ciclar en diciembre y se mantienen así durante todo el otoño. Esto determina una producción estacional de corderos, principalmente durante la primavera y comienzos del verano. La posibilidad de ampliar la oferta de corderos y satisfacer una

demanda por este producto durante todo el año, ha impulsado la producción de corderos fuera de temporada. Esto se puede lograr a través de diferentes manejos, los que revisaremos a continuación:

◆ **Alteración del fotoperíodo a través del uso de melatonina**

Como ya se vió, la estación reproductiva está regulada por el fotoperíodo, el cual está determinado principalmente por la hormona melatonina. La inversión del normal fotoperíodo puede inducir la reproducción de las hembras ovinas en su período de anestro, lo que genera productos fuera de temporada. Bajo esta premisa se busca utilizar la hormona melatonina con estos fines. Experiencias realizadas en el mundo con este objetivo no han sido exitosas. Sin embargo, el resultado obtenido apunta a mejorar la respuesta de las hembras en la fase de cambio de anestro a estro. Es decir, el período de transición, que normalmente ocurre con poca incidencia de ovulación, puede ser estimulado en las hembras para adelantar el inicio de su temporada logrando parcialmente el objetivo. Para esto, el tratamiento con melatonina debe iniciarse al menos treinta días antes de juntar a carneros y ovejas. Esto se realiza a través de implantes, los que se colocan en la base de la oreja. Existe un aumento en la fecundidad por una mayor tasa de ovulación, efecto que se pierde si el implante se realiza demasiado entrada la temporada o demasiado temprano en el anestro.

• **Uso del “efecto macho” para alterar la temporada reproductiva**

Buscando el mismo objetivo anterior, es decir el modificar o adelantar el comienzo de la temporada reproductiva de las hembras, se puede utilizar el llamado “efecto macho” que puede modificar la actividad estral de ellas. Al introducir un macho a una grupo de hembras al comienzo de la temporada reproductiva, éste estimula la liberación de hormonas sexuales (LH) dentro de 10 a 20 minutos, lo que origina el comienzo de un ciclo reproductivo en aquellas hembras receptivas al macho. Esto significa que aproximadamente entre 19 y 23 días, luego de la introducción del macho, se obtiene en el grupo de hembras, un estro con ovulación en un 60 a 70% de las ovejas el que tiene la característica y ventaja de estar parcialmente sincronizado. Para mejorar este efecto, la introducción de machos se acompaña de una inyección de progesterona que logra una sincronización en el grupo de hembras. También es posible obtener un estro sincronizado 36 a 72 hrs luego de la introducción de los carneros, si es que las hembras reciben un implante de progesterona 15 días antes de la introducción de ellos. Al utilizar cualquiera de los dos sistemas, es necesario usar un alto número de machos reproductores (1:6) para lograr una alta fertilidad.

• **Inducción hormonal de estro**

Es posible inducir el estro en hembras fuera de la temporada reproductiva a través del uso de dos hormonas en conjunto. El procedimiento estándar consiste en tratar a las ovejas con esponjas intravaginales de progesterona por 12 a 14 días y al retirarlas, las hembras son inyectadas con eCG (gonadotrofina coriónica equina). Este conjunto de dos hormonas da origen a un estro 24 a 72 horas después. Existe una relación entre la dosis de eCG utilizada y el número de partos múltiples obtenidos. Sin embargo, la fertilidad resultante de este tipo de tratamientos es bajo aún

al utilizarlos dentro de la temporada reproductiva, por lo que se recomienda nuevamente utilizar una tasa mayor de machos por hembra.

Pese a que a corto plazo y en términos científicos los resultados obtenidos son interesantes, en términos prácticos y como estrategia de largo plazo es más favorable la selección de hembras con períodos reproductivos más extendidos, ya que las técnicas descritas anteriormente tienen un mayor costo económico, requieren de mano de obra especializada y mayor cantidad de labores.

◆ **Manejos del encaste**

- N° de carneros/oveja encastada: la capacidad sexual de los carneros, generalmente es subestimada en el manejo de los rebaños tradicionales. Se emplean comúnmente tasa de 1:50 y menos, aun cuando ha sido posible comprobar que no se presentan grandes diferencias en el porcentaje de preñez entre tasas tradicionales y tasas experimentales de hasta 1:210. Esto sugiere que hasta el doble de ovejas puede ser encastada exitosamente por un grupo de carneros en forma exitosa.
- Desempeño reproductivo del carnero: Son muchos los factores que pueden afectar el desempeño al encaste de los carneros, tales como edad de los machos y de las hembras, tamaño y topografía del potrero de encaste, nutrición, época del año, competencia entre carneros y exposición previa de ellos a las hembras.
- Carneros únicos vs sistema de grupos: al utilizar un solo carnero, cualquier defecto de él se ve inmediatamente reflejado en el desempeño de las hembras. Esto no ocurre al utilizar grupos de carneros de menor fertilidad que tienen un efecto menor sobre la fertilidad resultante.
- Preparación de los carneros: Al menos 1 mes previo al encaste, se deben realizar todos los trabajos necesarios con los carneros que puedan significar problemas de estrés o sanitarios, tales como esquila, despezñado, desparasitación, etc. Además es conveniente el examen físico del carnero, en particular de los genitales externos. En el periodo previo al parto es importante que los carneros estén con un adecuado plan nutricional, ya que esto tiene un efecto en la libido y en la calidad seminal.
- Preparación de las ovejas: La nutrición es posiblemente el factor ambiental de mayor importancia sobre la respuesta reproductiva de las hembras siendo imprescindible una adecuada alimentación previa al encaste, asumiendo un peso corporal de al menos 45 kilos. Los manejos sanitarios a realizar con las hembras deben hacerse en las mismas condiciones que en los machos.

◆ **Sincronización de celo**

Para lograr el uso eficiente de programas de inseminación artificial y transferencia de embriones, se requieren de técnicas confiables que sincronicen el inicio del comportamiento estral en la hembra. La sincronización de celo implica la presentación simultánea del comportamiento estral en un grupo de hembras especialmente tratadas para ese efecto. Con esta práctica se optimiza el manejo reproductivo, facilitando el uso de la I.A., permitiendo un manejo más concentrado y eficiente del rebaño. Existen dos técnicas básicas importantes utilizadas en ovinos: Administración

de *progestágenos* (análogo de la hormona progesterona) Su efecto principal consiste esencialmente en el establecimiento de un "cuerpo lúteo" artificial que determina la prolongación del ciclo estral por el período de tiempo que dure el tratamiento. La hormona se administra por medio del uso de implantes intravaginales o a través de implantes subcutáneos. El número de días óptimo que dura el tratamiento es 11 a 14 días. Por otra parte, es posible realizar la sincronización con *prostaglandinas*. Este segundo método está basado en la inducción de luteolisis o destrucción del cuerpo lúteo. Esto determina que al utilizar prostaglandina durante la fase luteal (fase en la cual existe en el ovario presencia de un cuerpo luteo) el resultado es el inicio del estro 48 horas después. Para lograr que el tratamiento se realice efectivamente durante la fase luteal la inyección de hormonas se realiza dos veces separada por diez días, de esta manera se asegura un mayor número de hembras sincronizadas. Esta técnica sólo puede utilizarse en plena temporada reproductiva.

◆ **Detección del estro o celo**

Debido a que la oveja manifiesta poco o ningún comportamiento homosexual durante el estro, el uso de carneros enteros, de carneros retajos o de hembras y machos tratados con testosterona es necesario para la detección de celo. Este método se basa en la mejor capacidad de cualquiera de los animales señalados para detectar a aquellas hembras en celo y marcarla de algún modo de hacerla visible para el agricultor. Para esto se utilizan "delantales" que marcan la grupa de las hembras en celo o se puede usar una alternativa más económica como es el uso de tierra de color y aceite, con el cual se pinta el pecho de carneros retajos (vasectomizados) los que al montar a la hembra dejan su grupa marcada. Esto es útil tanto para el uso en programas de IA como también para medir la eficiencia de machos en encaste. Dado que las hembras en celo buscan en forma activa y competitiva al macho se han diseñado "trampas de detección de estro" que permiten el aislamiento.

◆ **Manejo post-parto**

Las mayores pérdidas de corderos ocurren al parto o dentro de los tres días siguientes. Las principales causas son las distocias (dificultad al parto) y el complejo enfriamiento/inanición. Las distocias se asocian comúnmente a corderos excesivamente grandes o demasiado pequeños, los primeros por un canal de partos muy estrecho y los segundos por madres en mala condición con contracciones de pobre calidad. La inanición en cambio, se asocia a corderos débiles o pequeños y a partos múltiples. Esto puede ocurrir por mala habilidad materna, escasa leche, problemas mamarios y la separación entre madre y cría por cualquier razón.

Para intentar disminuir la mortalidad neonatal se han diseñado sistemas de parición que buscan disminuir las pérdidas de corderos. El sistema de parición intensivo con galpón de ahijamiento, presenta la ventaja adicional de poder identificar los animales para disminuir la consanguinidad y realizar mejoramiento genético, cosa que es muy difícil en pariciones extensivas. En el caso de no contar con una infraestructura que permita dichos manejos de igual forma es importante la reducción de los factores de riesgo ya mencionados que inducen problemas de mortalidad.

La habilidad materna tiene un fuerte componente genético por una parte. Sin embargo, también va relacionado con la experiencia de la hembra y el ambiente en el que se desarrolla. Se deben

brindar condiciones óptimas para el desarrollo tanto de la madre como del cordero, facilitando un ambiente apropiado, resguardado, sin pendiente y sin estrés, donde puede expresarse dicho instinto. Durante las primeras horas de vida de los corderos, éstos deben consumir una adecuada cantidad de calostro, que es la primera leche producida por las ovejas, que tiene una gran proporción de anticuerpos que protegerán a los corderos contra enfermedades.

◆ **Inseminación artificial**

La inseminación artificial ha sido una técnica en práctica por más de 50 años a nivel mundial, sobre todo en el rubro "bovinos de leche", en menor escala en bovinos de carne y en otras especies productivas como el ovino. Las principales ventajas de su uso son: mayor rapidez en el mejoramiento genético por uso masivo de semen de machos, con características superiores al promedio de la población. Control de enfermedades de transmisión sexual al evitar el coito para la fecundación y asegurar el origen y status sanitario del padre. Uso más eficiente de los machos al fertilizar mayor número de hembras por eyaculado. Uso de animales incapacitados para realizar una monta pero de gran potencial mejorador. Uso del semen por un número indeterminado de generaciones gracias a las técnicas de conservación de semen.

El semen puede utilizarse fresco y diluido con una duración de hasta seis horas, refrigerado (5 °C) con una duración de 24 horas o congelado en nitrógeno líquido (-196 °C) que permite la conservación del semen por tiempo indefinido. La I.A. con semen fresco es la técnica más utilizada en Chile, sobre todo en las XI y XII regiones, con resultados que fluctúan entre el 60 y 90%. Esta técnica es de menor costo, más fácil y obtiene mejores resultados que las con semen conservado.

Existen tres métodos de inseminación que difieren según el sitio en que es depositado el semen, en el tracto reproductivo de la hembra: la inseminación vaginal, la intracervical y la intrauterina. A utilizar el método de I.A. por vía intracervical con semen congelado, la fertilidad es variable con un rango de 0% a 60%. Aún así, para que la I.A. sea adoptada en forma masiva, se requiere del uso de semen congelado por vía intracervical, ya que es más económica que la técnica de laparoscopia, pudiendo ser realizado por personal adiestrado y con equipos de bajo valor.

La baja fertilidad obtenida por esta técnica se atribuye a un defectuoso transporte del semen a través del cérvix y a la viabilidad reducida que presentan los espermatozoides en el tracto genital de las ovejas luego de ser procesado. Adicionalmente, se menciona la mortalidad embrionaria por inseminación, reacciones inmunológicas en el canal cervical, característica de la mucosa al momento de realizar la inseminación y el estrés de la manipulación sobre las hembras.

El procedimiento involucra la obtención del semen de machos genéticamente superiores, su evaluación y procesamiento. Este consiste en la dilución en diferentes sustancias que mantengan la vitalidad espermática, ya sea para su uso como semen fresco, congelado o refrigerado. Para aplicar estas técnicas las ovejas deben estar sincronizadas para facilitar la labor.

◆ **Transferencia de embriones**

El rol potencial que puede alcanzar esta técnica en la actualidad abarca las áreas de investigación (fisiología reproductiva), progreso genético, mejoramiento, movimiento internacional de ganado

y permite el by-pass de algunas formas de infertilidad. Las principales ventajas de esta técnica radican en la multiplicación masiva de reproductores con genotipos seleccionados y deseables (razas nuevas, animales genéticamente resistente a enfermedades); es decir, permite incrementar la tasa de ganancia genética en programas de selección sobre características productivas importantes. Además, disminuye el impacto de las enfermedades, ya que el embrión está protegido por la zona pelucida que no permite la penetración de ningún microorganismo. Esta zona debe ser lavada e incluso digerida con algunas enzimas para la exportación de embriones. Por otra parte, los embriones son posibles de congelar y conservar por un tiempo indeterminado. Sus limitantes radican en el uso de personal altamente especializado, ya que involucra técnicas quirúrgicas costosas que limitan el número de veces en que puede ser utilizado un donante.

Los pasos de la técnica son la superovulación de las hembras donantes con el uso de hormonas (FSH y P4), inseminación artificial de las hembras donantes, recuperación quirúrgica de los embriones (flushing), evaluación y clasificación de los embriones para su almacenamiento en pajuelas, traspaso a hembras receptoras (previamente sometidas a idéntico procesamiento), diagnóstico de gestación y parto. Una oveja tiene entre uno a tres corderos por parición, con el método de superovulación se obtiene de cinco a diez embriones por hembra. Dada su eficiencia relativamente baja sólo debe ser usado con animales cuidadosamente seleccionados. De esta manera animales sobresalientes hacen una contribución mayor al programa de mejoramiento con un uso más intensivo de las hembras.

El detalle de la técnica es el siguiente: La donadora es superovulada generalmente a través del uso de eCG en combinación con formas puras de FSH ambas hormonas gonadotróficas. La respuesta ovulatoria varía entre animales, siendo ésta una desventaja en la eficiencia de la técnica. Para la fertilización de los óvulos se puede utilizar monta dirigida o supervisada o también I.A. La fertilidad obtenida generalmente es baja debido al ambiente hormonal anormal debido a la inyección de eCG. Esto se evita al realizar la I.A. a través de la técnica laparoscópica. La recolección de embriones se hace desde el oviducto o desde el útero a través de una cirugía realizada con anestesia general, en el cual se realiza un "lavado" de ellos con un medio a través del uso de un catéter intrauterino (flushing). Esta cirugía limita el uso posterior de estas hembras, ya que genera adherencias. El líquido extraído se revisa por microscopía detectando los embriones y evaluando su viabilidad. Luego son almacenados a una temperatura estable (37 °C). Al día 6 y 7, luego del retiro de esponjas usadas en la sincronización, es el momento ideal para la congelación de estos embriones, los que se constituyen en un subproducto interesante transado en los mercados genéticos.

Las hembras receptoras a su vez, deben recibir al embrión con un cuerpo lúteo funcional, para lo cual es necesario que hayan tenido un período de celo. Para esto son sincronizadas mediante el uso de progestágenos siguiendo el mismo protocolo de las hembras donantes. Para la implantación de los embriones, se ubica con el laparoscopio el ovario que contiene el cuerpo lúteo y en el cuerno ipsi-lateral se realiza el depósito del embrión a través de una pequeña incisión.

◆ **División de embriones o clonación** (tanto de células somáticas como sexuales)

El objetivo de la división de embriones es la multiplicación de alguno de características sobresalientes mediante la separación de las células componentes del embrión. Sin embargo, se

ha demostrado que a partir del segundo corte, la viabilidad disminuye progresivamente hasta llegar a cero. En el caso de la clonación, lo que se hace es una transferencia nuclear desde un embrión a un óvulo no fertilizado, para que se fusionen y originen un nuevo embrión. También es posible realizar esto con células de un animal adulto cuyo núcleo debe ser "reprogramado" para activar todos los genes, ya que esta célula está diferenciada. Sus aplicaciones serían limitadas por la menor variabilidad genética derivada de su uso.

◆ Sexaje de semen y de embriones

Los embriones pueden ser sexados a través del uso de la técnica de PCR a partir de una muestra pequeña. Sin embargo, esto constituye su principal desventaja ya que para obtener la biopsia es necesario romper la zona pelucida, lo que puede generar infecciones o contaminaciones del embrión. El sexaje de semen se basa en la premisa que el espermatozoide que contiene el cromosoma X tiene un 4% más de DNA que el cromosoma Y por lo que el semen es incubado en un medio con fluoresceína y luego sorteado en un campo eléctrico. Su aplicación actualmente es limitada.

◆ Animales transgénicos (dentro y entre especies)

Son aquellos animales que tienen insertos en su genoma, genes artificialmente introducidos con algún fin particular, ya sea médico o productivo. e.g. factor de coagulación de hemofilia.

CONCLUSIONES

El manejo reproductivo es fundamental en la planificación productiva de una explotación. Aun cuando los ovinos tienen en general buenas respuestas reproductivas, el conocimiento de su fisiología y manejo resulta adecuado e importante para lograr afiatar todos los componentes de un sistema productivo. Por otra parte, la aplicación de biotecnologías debe considerarse como una herramienta para lograr los objetivos planteados sin perder de vista los conceptos de bienestar animal y bioética.

LITERATURA CITADA

- Durán del Campo, A. 1993. Cap. 3 Inseminación artificial. En: Manual práctico de reproducción e inseminación artificial en ovinos. Ed. Agropecuaria hemisferio sur S.R.L. Montevideo Uruguay. pág. 43-45.
- Jainudeen, M.R.; Hafez, E.S.E. 1987. Sheep and goats. Chapter III Reproductive cycles. In: Reproduction in farm animals. E.S.E. Hafez (Ed). Lea & Febiger. Philadelphia. USA. p. 571-600.
- McDonald, M.F.; Barrell, G.K. and Xu, Z.Z. 1998. Chapter V. Modifying reproductive processes. In Reproductive management of grazing ruminants in New Zealand. E.D. Fielden and J.F. Smith, editors. Occasional publication 12 of the New Zealand Society of Animal Production. pp. 77-90.

- Salamon, S. and Maxwell, W.M.C. 1995a. Frozen storage of ram semen I, Processing, freezing, thawing and fertility after cervical insemination. *Animal Reprod. Sci.* 37 (3-4):185-249.
- Salamon, S. and Maxwell, W.M.C. 1995b. Frozen storage of ram semen II, causes of low fertility after cervical insemination and methods of improvement. *Animal Reprod. Sci.* 38 (1-2):1-36.
- Smith, J.F. and Knight, T.W. 1998. Chapter VII. Reproductive management of sheep. *In: Reproductive management of grazing ruminants in New Zealand*. E.D. Fielden and J.F. Smith, Editors. Occasional publication 12 of the New Zealand Society of Animal Production. p. 3-42.