

UDS



UNIVERSIDAD DEL SURESTE

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

FISIOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN ANIMAL II

Investigación

ACTIVIDAD REPRODUCTIVA

INTRODUCCIÓN

El manejo y optimización de los sistemas de producción, así como el aseguramiento de la salud de los animales son algunas de las tareas del veterinario.

Conocer los mecanismos de reproducción de las distintas especies permite que, utilizando técnicas biológicas actuales, éstos se puedan adaptar o modificar en función de las necesidades humanas. El conocimiento de los ciclos reproductivos en los animales de producción permite acelerar los procesos productivos, mejorando así su eficiencia.

Los procesos reproductivos son, sin embargo, procesos complicados que requieren conocimientos complejos en cuanto a la interacción de los sistemas involucrados, ya que implica la formación de células especializadas (gametos), su unión mediante la fecundación, el desarrollo embrionario y fetal, desarrollo placentario, la gestación, el parto, la neonatología y el puerperio, entre otras que también cumplen un papel importante.



ÍNDICE

Actividad reproductiva del macho e inseminación artificial.....	1
Factores que afectan la calidad de semen.....	2
Factores que afectan la manifestación de la libido.....	3
Fisiología de la eyaculación.....	4
Infertilidad masculina y su importancia zootécnica.....	5
Procesamiento y almacén del semen.....	6
La detección del estro.....	7
Transferencia embrionaria y su importancia.....	8
Técnica de recolección de ovocitos y/o cigotos.....	9
Técnica de transferencia de embriones	10
Conclusión y bibliografía.....	11

ACTIVIDAD REPRODUCTIVA DEL MACHO E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

Para el caso de los machos: La pubertad está relacionada con eventos como circunferencia escrotal (CE), el tamaño testicular y la producción seminal de espermatozoides viables (Espitia et al., 2006). Específicamente, el primer evento reproductivo está controlado por mecanismos específicos e involucra gónadas, adenohipófisis secreción de hormonas y cambios en el metabolismo. La producción de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), la pulsatilidad de la hormona luteinizante (LH) (primera ovulación) y la producción de progesterona son esenciales para el inicio de la pubertad (Araujo, 2004). Las hembras que no registran este parámetro se consideran prepúberes, y la pubertad se alcanza entre los 12-21 meses dependiendo la raza. En general las razas Bos indicus tienden a alcanzar la pubertad (Brahman primer cuerpo lúteo entre 14 a 27 meses) a edades mayores que las razas Bos taurus (Mendoza, 1999) (Moran, Quirke & Roche, 1989). El inicio de la vida reproductiva en el macho (pubertad) a igual que en la hembra es de vital importancia, ya que determina la época de su introducción en el apareamiento en programas con monta natural, o la mejor edad para colectar semen cuando se utilice inseminación artificial (Espitia et al., 2006). La pubertad en los machos está determinada por la aparición de caracteres sexuales secundarios, la habilidad para la copula y la producción y calidad de sus espermatozoides (Faure & Morales, 2003). No obstante, en individuos candidatos a selección, el desarrollo testicular y la circunferencia escrotal (CE) son esenciales. Existe una correlación entre la CE y los parámetros seminales (concentración, motilidad y viabilidad), aunque un macho con CE adecuada a una edad temprana no siempre nuestro semen de calidad adecuada, por lo que selección de CE a edades tempranas llevar a descartar machos con un buen potencial reproductivo (Jurandy et al., 2018). La edad y peso a la pubertad y la CE en toros Bos indicus, Bos taurus y razas criollas presentan diferencias donde las razas criollas presentan precocidad y el efecto de la heterosis mediante cruces. El peso a la pubertad es mayor para los B. indicus y los criollos son los más livianos. Para la circunferencia escrotal (CE) se presentaron diferencias entre los Romosinuano y los grupos raciales Holstein por Cebú Brahman y Cebú Brahman. Sin embargo, existen estudios contradictorios en donde los B. indicus y sus cruces presentan bajo desarrollo corporal y testicular. En contraste, aunque los criollos siempre presentan características espermáticas y los Bos taurus presentan mejores características espermáticas que los Bos indicus (Espitia et al., 2006).

La Inseminación Artificial (IA) ha demostrado ampliamente su gran aporte para el mejoramiento genético en la ganadería lechera, nadie puede negar el gran impacto de esta técnica en la mejora de los índices de producción lechera en diferentes partes del mundo. Sin embargo, aún persisten algunos factores que atentan contra una mejor eficiencia de la técnica y entre las que se pueden mencionar las dificultades y deficiencias en la detección de celos; es una técnica que se ha utilizado en la India desde hace cerca de 50 años, sin embargo, su difusión no ha alcanzado el desarrollo logrado en los Bos taurus y Bos indicus. Algunas consideraciones al respecto pudiesen ser atribuidas a la posible dificultad en la detección de los celos y el momento óptimo de la ovulación, otros aspectos que afectarían el porcentaje de concepción en los programas de inseminación artificial son el momento de inseminación, el mes del año, temperatura ambiental, humedad relativa, fotoperiodo (Singh and Krishan 1994; Tailor et al, 1990). La inseminación artificial, pese a que posee una menor tasa de preñez que el encaste natural —cerca al 70%—, se ha transformado en las últimas décadas en la técnica que prefieren los ganaderos con propósito lechero, debido a que no requiere de la compra ni de la mantención de un macho reproductor y a que permite obtener mejoras genéticas específicas según objetivos, lo que a la larga impacta en los resultados económicos del ganadero. Ventajas y desventajas: Mejoramiento genético, Disminución de la presencia de enfermedades, mejor aprovechamiento del semental, Problemas de detección del celo.

FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL SEMEN

EDAD

La maduración sexual, es decir, el momento en el que el nivel de producción diaria de esperma se estabiliza, tiene lugar hacia el séptimo mes. Las primeras eyaculaciones se dan a los 120 días, presentando un alto porcentaje de espermatozoides incompletos, inmaduros y con malformaciones, siendo su motilidad más bien escasa (Skinner, 1967). A partir de los 4 meses de edad, aumenta progresivamente el porcentaje de machos que intentan la monta, dependiendo de las características de la raza, así como de las condiciones ambientales, particularmente de la iluminación.

RITMO DE RECOGIDA

El ritmo óptimo de recogida es de dos saltos dos veces por semana para mantener la lívido y exacerbar la producción espermática tanto en calidad como en cantidad (Theau y Roustan, 1982), aunque existe una gran variación individual (Holtz y Foote, 1978), Si la frecuencia de emisión seminal es muy intensa, es necesario dejar transcurrir tres semanas para volver a obtener un semen con las características iniciales.

ESTACIONALIDAD

Se observan variaciones de las características del semen en función de la estación. Así, parece que el volumen y la concentración de los eyaculados son máximos de marzo a junio y mínimos a principios del otoño. Estas observaciones pueden estar relacionadas con al menos dos factores: la duración de las horas luz por día y la temperatura (Martín, 1987).

ILUMINACIÓN

Algunos datos parecen indicar que el ardor sexual es mayor en machos sometidos a 8 horas de luz al día frente a las 16 horas de luz habituales, en las naves donde se alojan los reproductores. Sin embargo, la exposición de los machos a 16 horas de luz permite obtener un semen de mejor calidad frente a las 8 horas (Theau y cols, 1995),

TEMPERATURA

Los fuertes calores disminuyen la libido de los animales y afectan negativamente a la fertilidad de los machos. Cuando la temperatura ambiental supera los 27°C la motilidad y la concentración espermáticas disminuyen significativamente, de la misma forma, las concentraciones de testosterona y dihidrotestosterona en plasma se ven reducidas significativamente respecto a niveles hormonales obtenidos de machos sometidos a 20 C. Temperaturas levadas y prolongadas durante varios días, afectan a la espermatogénesis, perdurando el efecto negativo mucho tiempo después hasta que se vuelven a recuperar las características iniciales del semen. Una de las explicaciones de este fenómeno podría estar en relación con el aumento de la temperatura corporal, alterando el metabolismo basal de la espermatogénesis.

FACTORES QUE AFECTAN LA MANIFESTACIÓN DE LA LIBIDO

En general, cuando se habla de conducta sexual nos referimos a la libido. Ésta se define como el deseo, apetito y disposición del macho para montar y servir a una hembra (Chenoweth, 1981). Otros autores resumen el cortejo, la disposición para la monta y la monta misma como conducta sexual del macho (Houp, 1998).

Además del aspecto hormonal, amplias variaciones en la libido se han evidenciado en múltiples estudios en relación a factores genéticos, edad y experiencia, nutrición, ambiente social, estímulo inadecuado, temperamento, crianza y manejo, condiciones de alojamiento (hacinamiento y tipo de piso), tipo de test usado, patologías y traumatismos, e interacciones genotipo-ambiente (Landaeta-Hernández et al., 2001).

Entre los errores más comunes que se cometen al practicar un test de libido se pueden mencionar: trabajar con toros excesivamente agresivos o agitados, inmediatamente después de haber sido restringidos, electroeyaculados o vacunados, en condiciones climáticas adversas, evaluar en grupos en donde algún macho despliega absoluta dominancia, toros de edades mixtas, hembras mal ubicadas e incluso causar lesiones y estrés a las hembras usadas (Chenoweth, 1994).

La gran variabilidad observada y el alto índice de herencia ($0,59 \pm 0,16$) reportado dentro de raza (Blockey, 1978), obliga a prestar atención a la libido como objeto de selección (Quirino et al., 2004). Por otro lado, el uso de toros de alta libido conlleva al uso de menor cantidad de toros al aumentar la proporción de vacas por toro, a reducir la duración de las temporadas de monta y por consiguiente a obtener cosechas de becerros más homogéneas.

La regulación de funciones como la monta, penetración y eyaculación, así como la conducta materna ocurre a nivel hipotalámico en el núcleo medial pre-óptico (Paredes et al., 1990). Desde el punto de vista hormonal, se ha observado que el neurotransmisor dopamina es liberado en el núcleo medial pre-óptico justo antes de la cópula y durante esta (Putnam et al., 2003). Aunque la participación de la testosterona es normalmente aceptada (Lunstra et al., 1989; Fitzgerald y Perkins, 1991), en realidad se encuentra aromatizada y su efecto biológico ocurre a partir del estrógeno de origen androgénico (Roselli et al., 1985).

No obstante, es importante conocer que la intensidad de la libido está asociada a la proporción estrógeno-testosterona circulante (Henney et al., 1990). Tal proporción puede ser alterada por efecto de la obesidad debido a la producción de estrógenos de origen adiposo (Roselli et al., 1985; Coffey, 1988), la cual conlleva a la disminución o pérdida de la libido.

Desde el punto de vista experimental, la determinación de otras hormonas asociadas a la libido debe considerar la presencia o ausencia de hembras y las condiciones bajo las que se toman las muestras (Lunstra et al., 1989; Henney et al., 1990). Las evidencias sugieren que la presencia o ausencia de algunas hormonas pueden ocurrir según el toro sea evaluado usando hembras o machos (centrales de inseminación), a campo o en condiciones de estabulación.

FISIOLOGÍA DE LA EYACULACIÓN

La erección se desencadena básicamente por excitaciones de naturaleza sensorial, a partir de la percepción de las secreciones odoríferas de las hembras en celo unido a todas las excitaciones que ingresan al sistema nervioso central a través de los órganos de los sentidos. De esta forma, la copula en todas las especies de animales domésticos va precedida de un periodo de preparación en el que se produce la excitación sexual de la hembra y el macho durante la cual en este último se incrementa considerablemente la irrigación de los genitales que posibilita la erección. La erección del pene comienza en el bulbo uretral progresando hasta la extremidad y se produce gracias a la dilatación arterial que se acompaña de una reducción de la circulación venosa, en parte por la presencia de válvulas venosas, pero sobre todo gracias a la fuerte contracción del músculo isquiouretral que refuerza la acción de erección al comprimir el sistema venoso regional. Los cambios vasculares del pene se producen bajo el gobierno de los nervios erectores y dan como resultado un aumento de hasta 5 veces su tamaño por incremento progresivo del volumen de los cuerpos cavernosos del pene, la uretra y el glande, mientras que la contracción de los músculos bulbo e isquiocavernosos durante la ejecución de la cópula amplifican el grado de erección. La presencia del glande en algunas especies como el equino y los carnívoros determina que la erección máxima se alcance después de la introducción del pene en la vagina lo que probablemente tenga como objetivo facilitar la misma, mientras que en el toro la abundante presencia de tejido fibroelástico es la causa que determina el escaso aumento de volumen del pene que sin embargo aumenta su longitud de manera apreciable por relajación del músculo retractor del pene. El control nervioso de la erección se produce a partir de la presencia de un centro genitospinal localizado en la región lumbosacra el que a su vez está bajo la influencia de la corteza a través de los estímulos sensoriales que ingresan a la misma mediante los órganos de los sentidos.

La excitación sexual de la hembra en celo durante la fase preparatoria del coito unido a la penetración del pene en la vagina propicia en la misma el establecimiento de reflejos encaminados no sólo a facilitar el desarrollo exitoso del acto sexual, sino además a proveer condiciones favorables para el desplazamiento de los espermatozoides y por consiguiente para que se consume la fecundación. De esta forma, la secreción de las glándulas vestibulo vaginales y las secreciones uterinas que alcanzan la vagina facilitan la introducción y desplazamiento del pene en la vagina. Los músculos que rodean la vagina se contraen, comprimiendo al pene y se producen contracciones peristálticas del cérvix que facilitan el ascenso de los espermatozoides hacia el oviducto. Los reflejos que desencadenan la eyaculación tienen como punto de partida la estimulación mediante fricción de los corpúsculos y terminaciones nerviosas sensitivas del pene. Ello va antecedido según el caso por las contracciones de la musculatura lisa y los movimientos peristálticos del epidídimo, conducto deferente y glándulas accesorias que incorporan su secreción, transitando el semen hasta la uretra donde las contracciones peristálticas de los músculos bulbo e isquiocavernoso que la rodean determinan su salida al exterior. La coordinación de todas estas acciones que permiten la ejecución de este complicado reflejo asienta en el centro genitospinal localizado en la región lumbar desde L2 hasta L4. Las fibras simpáticas procedentes de los pares de nervios lumbares de esta región hacen sinapsis en el ganglio mesentérico posterior y de aquí inervan las estructuras mencionadas a través del nervio hipogástrico.

En especies como equinos, rumiantes y cerdos, donde el cérvix se encuentra abierto, la mayor parte del eyaculado se deposita en el útero lo que unido a las contracciones del miometrio producto de la descarga de oxitocina facilita el transporte de los espermatozoides.

INFERTILIDAD MASCULINA Y SU IMPORTANCIA ZOOTÉCNICA

La infertilidad en el macho bovino es una condición que afecta la reproducción y que genera gran cantidad de pérdidas y disminución en la productividad de los hatos, Las principales causas de infertilidad en el macho sugieren situaciones de manejo inadecuado como nutrición y sanidad. Además de alteraciones propias de la reproducción como: disminución de la libido, impotencia copulatoria e impotencia generativa, es por estas condiciones que se hace necesario evaluar la fertilidad de los machos en el momento de su escogencia para un hato.

La infertilidad en los machos bovinos es una circunstancia que se presenta con gran frecuencia y que esta ocasionada por diversos factores; principalmente tres, los cuales hacen referencia a: trastornos de la libido, impotencia copulatoria e impotencia generativa, que a su vez están subclasificados (Rutter & Russo, 2006). La infertilidad en el macho bovino se determinará por medio de diferentes pruebas, estableciendo si es causada de forma extrínseca o intrínseca, o si este animal ya venía con esta característica de forma heredada (Betancourt, Gutierrez, & Sanchez, s. f.), lo que correspondería al correcto manejo de la trazabilidad en las ganaderías y correlacionando el estado físico y sanitario del animal con su manejo y aspectos nutricionales ofrecidos al mismo. (Campos G & Hernandez, 2008).

La fertilidad se define como la capacidad de un macho bovino de producir una progenie (Capandeguy Istebot & Mattos Amorim, 2014), se considera como una capacidad dependiente de la pubertad, el cual es el proceso en el que se incrementa gradualmente la producción de esperma y así mismo la capacidad de monta (Moron Araujo & Moron Moron, 2015). Se ha establecido que los machos logran su pubertad en el momento en el que se recoge el eyaculado y en él se encuentran como mínimo cincuenta millones de espermatozoides y en donde cierto porcentaje de ellos están capacitados para la fecundación (García C., 2015). La producción de espermatozoides sigue en aumento tiempo después de alcanzar la pubertad (Nuñez Hernandez, 2016).

La pubertad de los machos también está dada de acuerdo a la edad y el peso de los animales, parámetros que pueden variar según los estándares de raza y nivel nutricional, una indicación en algunas razas muestra que los machos alcanzan la pubertad cuando logran de 27 a 29 centímetros de circunferencia escrotal (Delgado Lozada, 2015).

Cuando se habla de evaluación de reproductores siempre se piensa que es solo el análisis o evaluación del semen para saber la calidad y así definir si los toros son fértiles o no (Barbieri, Cainelli, & Citon, 2017), eso hasta hace algunos años era lo que se pensaba, actualmente, el concepto de evaluación de la capacidad reproductora de un toro, es mucho más amplio, este nuevo concepto incluye además de la evaluación seminal, el examen físico del toro, de sus testículos y pene, de su aparato locomotor, incluyendo tanto miembros anteriores como posteriores y por último, su capacidad de servicio (Delgado Lozada, 2015). Es por ello que solo después de haber evaluado cada aspecto del macho se pudiera empezar a sospechar sobre una falla en la fertilidad o llegado el caso la infertilidad total del macho (Capandeguy Istebot & Mattos Amorim, 2014).

PROCESAMIENTO Y ALMACEN DEL SEMEN

Durante el tiempo en que el semen es preparado para su envasado y congelado, las pajillas son debidamente etiquetadas con la siguiente información:

- a) Nombre y registro del toro
- b) Clave del toro
- c) Raza
- d) Registro
- e) Institución que procesa el semen

Métodos de envasado para semen. El tamaño y forma de envasado tiene una importancia práctica dado que determina tanto el medio de identificación de cada dosis de semen y como ésta será acomodada para su almacenamiento en el contenedor de nitrógeno. Los métodos más comunes de envasado para semen bovino son las pajillas francesas de 5 ml, y mini pajillas de 25 ml. Las pajillas necesitan poco espacio de almacenaje, son de bajo costo, su manejo es sencillo y se identifican fácilmente (Pérez, 2005) y (Morillo, y Col., 2012).

Existen varias formas de sellar las pajillas, una máquina especial de vacío que va llenando y al mismo tiempo sellando automáticamente otras como alcohol polivinílico, esferas de plástico y esferas metálicas (Pérez, 2005) y (Morillo, y Col., 2012).

Las pajillas son colocadas a vapor del nitrógeno líquido a -70°C durante 15 minutos después procede la Introducción de las pajillas dentro de nitrógeno líquido (N_2) a -190°C durante 5 minutos (Ramónez, 2013). Luego de que las pajuelas sean estabilizadas, se proceda a la congelación mediante el sistema de vapor de nitrógeno líquido a -120°C , colocando las gradillas con las pajuelas a 4 cm sobre el nivel de nitrógeno, contenido en el recipiente para tal efecto, manteniéndose por al menos 10 minutos. Enseguida las gradillas se introducen directamente en el nitrógeno líquido para ser conservadas a -180°C a -196°C . En centros de inseminación artificial, el proceso de congelación se efectúa utilizando equipos computarizados. Con este sistema existe la opción de congelar desde un número mínimo, hasta miles de pajuelas en un solo paso, en forma confiable y exacta (Ibáñez, y Col., 2016).

Luego del trabajo de congelación se procede a la colocación de las pajillas en los gobelet, luego en los bastones y posteriormente en las canastillas. Introducción de las canastillas al tanque que contiene nitrógeno líquido, usados para distribución y comercialización del semen congelado (Ramónez, 2013) y (Ibáñez, y Col., 2016). Dentro del tanque se colocan 5 o 6 canastillas de metal "canisters" las cuales cuelgan de un anillo o plato ubicado en la boca del termo por medio de un gancho. Además de sujetar los ganchos de la canastilla, el anillo o plato sirve para identificar el semen (razas o machos) que se encuentra en cada canastilla. Dentro de cada canastilla de metal se colocan tubos de plástico "globelets" de un centímetro de diámetro, cerrados en el fondo. Dentro de estos contenedores se colocan las pajillas o pajuelas de semen, en grupos de 5 a 10 pajillas por contenedor. Cada pajilla de semen tiene la correspondiente identificación (Cárdenas, 2008).

Una de las explicaciones de este fenómeno podría estar en relación con el aumento de la temperatura corporal, alterando el metabolismo basal de la espermatogénesis (Bagliaca y cols, 1987).

LA DETECCIÓN DEL ESTRO

La detección del estro es un componente esencial dentro del manejo reproductivo de cualquier explotación bovina, principalmente cuando se utiliza la IA. La meta de un buen programa de detección de calores es identificar el estro acertadamente en todos los animales. Uno de los principales problemas que presentan las explotaciones bovinas es la inadecuada detección de calores, lo que representa un aspecto limitante para el uso de la IA.

Utilizado diferentes ayudas en la detección del celo, comenzando con la preparación de machos celadores, los cuales requieren cirugía y varias semanas de recuperación antes de usarlos en el lote de hembras, los más importantes son:

- 1) Toros con desviación de pene: Esta operación se basa en la desviación del pene en un ángulo de 45 o 50° de su posición natural. Estos toros conservan todas las características sexuales y seminales y solamente quedan imposibilitados para introducir el pene.
- 2) Toros con fijación de pene a la pared abdominal. Para la realización de esta operación es necesario primeramente realizar una incisión por la parte caudal de la cavidad prepucial, se penetra en el tejido subcutáneo y se aísla el cuerpo del pene en un segmento de 10 a 12 cm. (hasta la túnica albugínea), luego de separar el pene, se raspa al igual que la superficie de la pared abdominal y se procede a fijar en esta pared el pene utilizando para ello una sutura de seda doble. Con esta operación se evita que el pene se extienda al ponerse erecto y no se realice la cópula.
- 3) Toros vasectomizados. Se basa en la extirpación de una porción del conducto deferente y por lo tanto se interrumpe el paso de los espermatozoides hacia la uretra con lo que se evita su presencia en el eyaculado. El toro vasectomizado se mantiene activo y copula normalmente no puede gestar a las vacas.
- 4) Toros con estrechamiento de la desembocadura prepucial. Esta operación se basa en la ligadura subcutánea de forma circular del prepucio 2.5 cm. por detrás de la abertura natural del mismo. Este tipo de animales no pueden desenvainar el pene y por lo tanto no pueden copular.

Entre las técnicas presentadas, las más utilizadas son los toros con desviación y fijación de pene.

Vacas androgenizadas. Este sistema se realiza con base en tratamiento de testosterona y la vaca presenta una conducta sexual caracterizada del macho y por lo tanto se utiliza con buenos resultados en la detección del celo en los bovinos y en otras especies de animales domésticos.

Otro método con el uso de los podómetros se mide la actividad física de las vacas; detectores kamar, se colocan en la grupa de las vacas y que se colorean cuando esta ha sido montada y el uso de marcadores de barbilla (chim ball) y las grasas o pinturas que se aplican a los toros celadores para que al montar a una vaca la marquen de tal forma que sean de ayuda complementaria para el observador de los celos.

Como se mencionó estos métodos son celadores auxiliares para la detección del celo ya que ninguno de ellos por sí mismos puede sustituir a la adecuada observación de calores. Se ha demostrado que la observación de tres veces al día, (entre 30 minutos y una hora cada vez) permite una detección de 80-90% de las vacas que presentaron estro, sin embargo, al comparar los diferentes métodos o ayudas para la detección del celo, se confirmó que la mayor efectividad se tiene cuando la observación es acompañada de la utilización de un toro celador y también que los mejores resultados se obtuvieron con toros con desviación del pene.

La técnica se inicia con la estimulación hormonal de la función ovárica de la hembra donante para provocar una ovulación múltiple, en lugar de la ovulación simple propia de esta especie. La hembra es inseminada en el momento apropiado y, posteriormente, se permite a los embriones desarrollarse, en el oviducto y en el útero de la donante, hasta que se recogen mediante el lavado uterino (flushing), que suele efectuarse en el día 7 del ciclo. Los embriones recogidos pueden transferirse a las receptoras de manera inmediata, que llevarán la gestación a término, o conservarse a bajas temperaturas durante un periodo prolongado, proceso denominado criopreservación, que permitirá utilizarlos cuando se estime oportuno.

Diversos estudios demostraron que las mejores respuestas se lograban cuando el tratamiento de estimulación ovárica se iniciaba en la mitad del ciclo estral (entre los días 8 y 12). El uso de la ecografía permitió conocer cuál era la causa: en estos días se produce el inicio de la segunda oleada de crecimiento folicular en las hembras con dos oleadas por ciclo, aunque no sucede lo mismo en las de tres oleadas, ya que en estas la segunda oleada se adelantaba en uno o dos días. También se demostró que únicamente se producía una respuesta ovárica óptima cuando coincidían el inicio del tratamiento y la emergencia de la oleada de crecimiento folicular o, lo que es lo mismo, cuando el tratamiento se iniciaba en ausencia de un folículo dominante. Por todo ello, diversos equipos de trabajo se implicaron en la búsqueda de procedimientos para controlar las oleadas de crecimiento folicular.

La posibilidad de inducir artificialmente la emergencia de una oleada de crecimiento folicular permitiría iniciar el tratamiento en cualquier momento del ciclo estral. Para ello se emplearon diferentes combinaciones de estrógenos y progestágenos, aplicados mediante dispositivos intravaginales. Los preparados de estradiol suprimen la liberación de FSH e inducen atresia folicular y, una vez que la hormona ha sido metabolizada, se restablece la liberación de FSH y al cabo de cuatro días se iniciará una nueva oleada de crecimiento folicular, momento en el que se puede comenzar el tratamiento con FSH exógena.

Otro método para promover el inicio de una oleada de crecimiento folicular es provocar la ovulación del folículo dominante administrando GnRH. Esta se iniciará de 1,5 a 2 días después del tratamiento. No obstante, la administración de GnRH a vacas cuya fase del ciclo se desconoce solamente provocará ovulación entre el 44 % al 60 % de los animales, dependiendo de su edad y de su aptitud productiva (carne-leche), por lo que la posterior respuesta del ovario a la estimulación hormonal será poco satisfactoria. Un procedimiento alternativo consiste en aplicar previamente alguno de los métodos usados para la sincronización de la ovulación de cara a la inseminación a tiempo fijo. Consiste en administrar PgF_{2α} al mismo tiempo que se aplica un dispositivo intravaginal con progestágenos, siete días más tarde (manteniendo aún el dispositivo intravaginal) se administra GnRH para provocar la ovulación del folículo persistente y 36 horas más tarde se inicia el tratamiento con FSH.

Durante el transcurso de una oleada de crecimiento folicular normal los folículos subordinados comienzan a sufrir atresia como respuesta a la bajada de la concentración de FSH, inducida por los estrógenos y la inhibina secretados por el folículo dominante. Algunos estudios han intentado evitar esta situación tratando de incrementar el número de folículos susceptibles de responder a l tratamiento superovulatorio (diámetro e n t r e 2 - 4 m m. Uno de los procedimientos propuestos para ello es el pretratamiento con FSH o eCG.

TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE OVOCITOS Y/O CIGOTOS

Los ovocitos destinados a la producción de embriones in vitro se extraen de las hembras donantes básicamente de dos maneras diferentes: por recolección individual o por recolección de lotes. Las condiciones recomendadas en cada caso son distintas. La recolección individual consiste generalmente en aspirar los ovocitos de los ovarios de animales vivos individuales y se realiza en la granja en que residen las hembras o en el laboratorio. A veces los ovocitos también pueden ser extraídos de animales vivos mediante ablación de los ovarios seguida de aspiración. Cuando se extraen ovocitos de animales vivos, las condiciones empleadas con las hembras donantes deben ser conformes a lo dispuesto en el Artículo 4.8.4. En estos casos, la limpieza y la esterilización del material cada vez que se utilizan con una hembra donante (por ejemplo, sondas guiadas por ultrasonido) son operaciones especialmente importantes y deberán llevarse a cabo con arreglo a las indicaciones del Manual de la IETS. Para la recolección de lotes se extraen los ovarios de los lotes de donantes sacrificados en el matadero; los ovarios se transportan seguidamente al laboratorio de manipulación, donde los ovocitos son recuperados de los folículos de los ovarios por aspiración o por la técnica del slicing (cortes longitudinales y transversales en la superficie del ovario). El inconveniente de la recolección de lotes es que por lo general no permite establecer ninguna relación entre los ovarios transportados al laboratorio y las hembras sacrificadas en el matadero. Sin embargo, es capital velar por la obtención de tejidos sanos exclusivamente y por su extracción de las hembras donantes y transporte al laboratorio en condiciones de higiene apropiadas. Un método suplementario para asegurarse de que los embriones producidos in vitro no transmitan enfermedades es sometiendo a examen los diversos materiales para confirmar la ausencia de los agentes patógenos enumerados en el apartado 2 del Artículo 4.9.4. También se pueden realizar pruebas para asegurarse de que los procedimientos de control de calidad empleados en el laboratorio de manipulación son aceptables. Se puede someter a examen el material siguiente: 1) los ovocitos o embriones no viables: de alguna etapa del proceso de producción in vitro de los lotes destinados a la exportación; 2) muestras del medio de maduración in vitro tomadas antes de mezclar el semen y los ovocitos para el proceso de fecundación; 3) muestras del medio de cultivo de los embriones extraído inmediatamente antes de congelarlos; 4) una mezcla de los últimos tres lavados de los diez lavados a los que se han sometido los embriones. Estas muestras se conservarán a 4 °C y serán analizadas en un plazo de 24 horas. Si no pudieran ser analizadas en ese plazo, se conservarán congeladas a una temperatura igual o inferior a -70 °C. Además: 1) El semen que se utilice para fecundar ovocitos in vitro deberá haberse tomado y tratado de conformidad con el Capítulo 4.6. y cumplir los requisitos definidos en el Capítulo 4.7. para cada especie y en los capítulos pertinentes específicos de las enfermedades de la lista. En caso de que el reproductor donante del semen utilizado para fecundar los ovocitos haya muerto o de que en el momento de la toma del semen se desconozca el estado de salud del reproductor donante respecto de una enfermedad infecciosa o de enfermedades contra las que conviene protegerse, se podrán exigir exámenes complementarios de los embriones inutilizados para comprobar que esas enfermedades infecciosas no han sido transmitidas. Otro método puede consistir en analizar una parte alícuota del semen tomado en la misma fecha. 2) Todos los productos biológicos de origen animal, incluidas las células de co-cultivo y los componentes de los medios utilizados para la recolección de los ovocitos, la maduración, la fecundación, el cultivo, el lavado y la conservación deben estar exentos de agentes patógenos. Los medios se esterilizarán antes de ser utilizados con métodos aprobados, conforme a las indicaciones del Manual de la IETS, y se manipularán de forma adecuada para que permanezcan estériles. Se agregarán antibióticos a todos los líquidos y medios, conforme a las recomendaciones del Manual de la IETS. 3) Todo el material utilizado para la recolección, la manipulación, el cultivo, el lavado, la congelación y la conservación de los ovocitos o embriones debe ser nuevo o ser limpiado y esterilizado antes de ser utilizado, conforme a las recomendaciones del Manual de la IETS.

TÉCNICA DE TRANSFERENCIA DE EBRIONES

La implantación embrionaria se sustentaría en tres pilares: el embrión, la receptividad endometrial y la técnica de la transferencia.

La técnica se inicia con la estimulación hormonal de la función ovárica de la hembra donante para provocar una ovulación múltiple, en lugar de la ovulación simple propia de esta especie. La hembra es inseminada en el momento apropiado y, posteriormente, se permite a los embriones desarrollarse, en el oviducto y en el útero de la donante, hasta que se recogen mediante el lavado uterino (flushing), que suele efectuarse en el día 7 del ciclo. Los embriones recogidos pueden transferirse a las receptoras de manera inmediata, que llevarán la gestación a término, o conservarse a bajas temperaturas durante un periodo prolongado, proceso denominado criopreservación, que permitirá utilizarlos cuando se estime oportuno.

A pesar de los grandes avances logrados en cuanto al conocimiento de la dinámica de crecimiento folicular y de la bioquímica de las gonadotropinas, existen todavía grandes lagunas respecto a los efectos de algunos factores intrínsecos de la hembra donante sobre la respuesta superovulatoria. Por este motivo la respuesta sigue siendo poco predecible, el número de embriones transferibles por recogida continúa siendo bajo y el rendimiento comercial de la técnica escaso.

Diversos estudios demostraron que las mejores respuestas se lograban cuando el día de transferencia de tratamiento de estimulación ovárica se iniciaba en la mitad del ciclo estral (entre bovinos los días 8 y 12). El uso de la ecografía permitió conocer cuál era la causa: en estos días se produce el inicio de la segunda oleada de crecimiento folicular en las hembras con dos oleadas por ciclo, aunque no sucede lo mismo en las de tres oleadas, ya que en estas la segunda oleada se adelantaba en uno o dos días. También se demostró que únicamente se producía una respuesta ovárica óptima cuando coincidían el inicio del tratamiento y la emergencia de la oleada de crecimiento folicular o, lo que es lo mismo, cuando el tratamiento se iniciaba en ausencia de un folículo dominante. Por todo ello, diversos equipos de trabajo se implicaron en la búsqueda de procedimientos para controlar las oleadas de crecimiento folicular.

Las técnicas de transferencia embrionaria han demostrado ser una herramienta muy útil en investigación. De hecho, muchos de los adelantos técnicos en transferencia de embriones antes de 1970 fueron dirigidos hacia la investigación más que a la propagación de animales de genética superior [11,12]. Esos estudios incluían las limitaciones naturales de las gestaciones gemelares, capacidad uterina, control endocrino del medio ambiente uterino, reconocimiento materno de la preñez, interacciones embrión-endometrio, y endocrinología de la gestación. Los estudios que originalmente fueron planeados para contestar preguntas básicas de fisiología, están siendo utilizados ahora para mejorar e incrementar la utilización de la transferencia de embriones. Las nuevas técnicas han agregado una gran cantidad de perspectivas acerca de la utilización de transferencia de embriones con fines de investigación. La producción de gemelos idénticos, clones, quimeras, por mencionar algunos, seguramente contribuirá al avance de estas ciencias. Como se mencionó anteriormente, las técnicas de FIV están siendo utilizadas para el estudio de la capacidad fertilizante del semen y son de inmenso valor en el estudio de la competencia del ovocito y el metabolismo embrionario.

CONCLUSIÓN Y BIBLIOGRAFÍA

La eficiencia reproductiva depende de diferentes procesos fisiológicos de la hembra representados en índices o parámetros que evalúan su desempeño.

Los parámetros más importantes para determinantes en la vida de la hembra son los días abiertos y el intervalo entre partos, al representar diferentes eventos reproductivos de la hembra.

El factor más influyente en los diferentes parámetros reproductivos en bovinos es la nutrición la cual afecta negativamente la funcionalidad del aparato reproductor de la hembra.

Las razas constituyen un factor importante en la eficiencia reproductiva al representar aspectos como resistencia y adaptación a situaciones particulares, no afectando los eventos reproductivos.

En las hembras y machos los parámetros asociados a la pubertad representan un condicionante para la posterior vida productiva y reproductiva del individuo.

<https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4859/Vasque%20Chaigneau%2C%20G.%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20los%20diferentes%20factores%20que%20afectan%20la%20reproducci%C3%B3n%20..%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[file:///C:/Users/SOFIA/Downloads/Dialnet-ManejoEnInseminacionArtificial-2882075%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/SOFIA/Downloads/Dialnet-ManejoEnInseminacionArtificial-2882075%20(1).pdf)

<https://biblioteca.ihatuey.cu/link/libros/veterinaria/frm.pdf>

<nseminacionartificialenbovinos7.blogspot.com/p/tecnicas.html>

<https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2018/10/LA-TRANSFERENCIA-DE-EMBRIONES-EN-BOVINOS.pdf>