



Universidad del Sureste

Licenciatura en medicina veterinaria y zootecnia

Cuarto cuatrimestre

Fisiología de la Reproducción Animal II

Actividad

Mónica Nicole Renaud Ley

4 de diciembre del 2020

## Contenido

Introducción .....	3
La pubertad en el macho.....	4
Fisiología de la pubertad en el macho .....	4
Factores que afectan la pubertad en bovinos.....	4
Factores que afectan la calidad del semen.....	5
Factores que afectan la calidad de la libido .....	5
Fisiología de la eyaculación.....	6
La infertilidad masculina y su importancia zootécnica.....	7
La inseminación artificial y su importancia .....	8
La recolección y evaluación de semen .....	9
Procesamiento y almacenamiento del semen .....	9
La detección del estro.....	9
Técnicas de inseminación artificial en las diferentes especies domésticas.....	11
La transferencia embrionaria y su importancia .....	12
Técnicas de recolección de ovocitos y/o cigotos.....	13
Procesamiento y almacenado de ovocitos y/o cigotos.....	13
Conclusión .....	15
Anexos .....	16

## Introducción

Conocer la fisiología de la reproducción animal es un punto importante que un médico veterinario debe conocer ya que uno de los campos más importantes y populares es el del sistema ganadero y crianza de animales de compañía y por eso conocer las técnicas en las que se puede reproducir a un hembra son muy importantes ya que hay ocasiones en las que realizar una monta natural no es una de las mejores opciones, sobretodo porque lo que se busca es dar los mejores genes y de forma artificial el dueño se asegura de que tendrá el mejor espécimen.

Un factor importante para lograr una gestación es el macho y existen factores que pueden llevar a hacer que el ejemplar no sea capaz de generar espermias de buena calidad y de esa forma la hembra no quedará preñada, por eso conocer el proceso reproductivo del macho también es importante ya que de esa forma se puede saber qué es lo que está mal y si tiene solución o no.

En este trabajo se hablará sobre la fisiología reproductiva del macho y los factores que desencadenan una mala calidad de semen o disminución de la libido y al igual sobre las formas de recolección del semen para la inseminación artificial y la detección del estro en la hembra para obtener un resultado completo en la inseminación, así como el proceso de transferencia de embriones.

## La pubertad en el macho

La pubertad es la edad en la cual los animales pasan a ser sexualmente maduros, precedida por un período de maduración sexual y desarrollo fisiológico. Es el inicio de la actividad reproductora y momento en el cual el animal comienza a producir gametos maduros. Constituye un período de transición caracterizado por el ajuste gradual entre las hormonas hipotalamo – hipofisaria y el ovario para efectuar simultáneamente la esterogénesis y gametogénesis.

El comienzo de la pubertad en los toros fue definido por Wolf y col. como el momento en que un toro es capaz de producir un eyaculado con por lo menos 50 millones de espermatozoides con al menos 10% de motilidad progresiva. Los toros pertenecientes a razas europeas alcanzan la pubertad dentro de un rango de edad aproximado de entre las 37 a 50 semanas de edad, siendo primero en las razas de tipo lechero que en las razas para carne.

### Fisiología de la pubertad en el macho

Un aumento inicial de FSH entre los 3 y 5 meses de edad en toros resulta en una proliferación de células de Sertoli, alargamiento del túbulo seminífero y en un aumento en el diámetro del túbulo. En consecuencia, hay un aumento en el tamaño testicular a esta altura. Al mismo tiempo, aumenta la secreción de LH, la cual resulta en una mayor producción de testosterona por las células de Leydig.

Entre los 5 y 8 meses de edad la FSH y LH permanecen bajas y luego aumentan nuevamente junto con el comienzo de la pubertad. Se ha demostrado recientemente que mientras mayor sea el aumento de LH a los 3-5 meses de edad, antes se producirá el comienzo de la pubertad y mayor será el tamaño de los testículos al año de edad

El comienzo de la pubertad es definido generalmente como la primera vez que la eyaculación tiene por lo menos  $50 \times 10^6$  espermatozoides/ml, con por lo menos 10% con motilidad progresiva.

### Factores que afectan la pubertad en bovinos

- El estado nutricional puede acelerar o retrasar la pubertad, ya que esta aparece cuando el animal ha obtenido un crecimiento y peso corporal determinado. Animales sometidos a una sobrealimentación aceleran el crecimiento alcanzando la pubertad a una edad más temprana. Un bajo crecimiento a consecuencia de una deficiente alimentación incrementará en forma directa la aparición de la pubertad.
- Generalmente animales que habitan en climas suaves alcanzan antes la pubertad que aquellos sometidos a climas adversos.

- El fotoperíodo juega un papel principal en el control de la variación de estación para alcanzar la pubertad en los animales domésticos. Esta variación fotoperiódica ha sido reconocida hace mucho tiempo como una señal ambiental mayor que sincroniza la función reproductiva con la estación.

### Factores que afectan la calidad del semen

En caninos:

Pubertad: Los eyaculados iniciales de un perro después de que alcance la pubertad a menudo contienen espermatozoides anormales y muertos. En los eyaculados subsiguientes, las concentraciones de espermatozoides aumentan, el número de anormales disminuye y el semen, tiene cifras normales de espermatozoides maduros.

Tamaño testicular: Se ha demostrado que el tamaño del parénquima testicular y, por tanto, las dimensiones de la glándula tienen correlación directa con la producción diaria de espermatozoides.

Edad: la edad es factor determinante en la calidad el semen de los perros. Así, los canes mayores de diez años tienen unos espermatozoides menos en forma que los animales más jóvenes, especialmente en las razas grandes, que envejecen antes que las de tamaño pequeño.

Alimentación: La alimentación tiene que ver con la calidad del semen ya que una buena alimentación proporciona buena salud y por lo tanto buen semen.

Higiene y salud: Los perros sanos tienen mejores espermatozoides, mientras que los perros que padecen determinadas enfermedades tiene un menor número de ellos y de menor actividad. Además, un perro con una dolencia congénita tiene más probabilidades de trasladar el gen defectuoso a los futuros cachorros.

La higiene y la atención sanitaria fomentan la calidad del semen, lo que quiere decir que un perro vacunado, desparasitado y con una higiene adecuada poseerá unos espermatozoides más sanos.

### Factores que afectan la calidad de la libido

- Edad. Animal joven sin experiencia. También en animales muy viejos. La edad depende de la especie y mucho de las condiciones del individuo.
- Animal criado sin contacto con otros de su misma especie (factores sociales). Los juegos del periodo pre púber enseñan a los animales el comportamiento sexual. Influye importantemente en la posterior respuesta del animal.
- Factores relacionados con la hembra (celo, agresividad, dominancia, preferencias). La primera causa de infertilidad es la mala detección del celo. El

comportamiento del celo o calor en las hembras es muy variable. Está muy ligado a aspectos sociales de dominancia normal, que tienen más expresión del celo y las poco dominantes, que son más tímidas y tienen expresión de celo de forma más importante. La edad de la hembra también influye. Los machos eligen a las hembras adultas y viejas porque muestran mejor el celo. Los animales tienen muchas preferencias.

- Experiencias pasadas positivas o negativas. Condicionan mucho la respuesta.
- Problemas con el sitio, personal, manejo. Siempre es mejor llevar la hembra al sitio del macho o en un lugar intermedio.
- Estado social. Sobre todo, en grandes grupos.
- Carácter. Es importante para que la potencia de deseo sexual se exprese.
- Sensación de miedo. Pueden influir y se deben evaluar si hay problemas.
- Estación del año. Afecta a todas las especies, todo en las conocidas como estacionales, por ejemplo, los caballos.
- Clima. El comportamiento sexual varía con el clima, tiende a bajar en climas calurosos o muy fríos.
- Momento del día y manejo. Puede influir, sobre todo por la costumbre y rutina. Los herbívoros son muy sensibles a pequeños cambios.
- Frecuencia de uso sexual. Animales sobre explotados dan presencia de agotamiento sexual, así como los poco usados son más agresivos.
- Condición corporal. Los animales muy delgados pueden tener problemas de fuerza sexual.
- Masturbación. Muchos machos se masturban, sobre todo si están mucho tiempo encerrados solos en algún sitio pequeño, en un sitio grande comúnmente no lo hacen.
- Estrés. Todo macho bajo estrés puede disminuir mucho la libido.
- Problemas hormonales. Pueden provocar bajo libido.
- Problemas clínicos. De cualquier tipo que provoque dolor, ya sean generales o en los genitales.
- Herencia. Se sabe que el comportamiento sexual, se hereda.

### 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 propician 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.

### La 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 machos bovinos se considera como una falla en la producción de descendencia en un periodo de tiempo definido; dentro de los factores que impiden la fertilidad los más importantes son la edad, el ambiente, aspectos iatrogénicos derivados de tratamientos con antibioticoterapia y hormonales, déficit nutricionales, afecciones del aparato locomotor, enfermedades sistémicas y trastornos de la libido y la copula.

En la producción bovina para poder obtener eficiencia productiva, rendimiento reproductivo y una economía favorable se debe mantener los animales sanos, bien alimentados y manejar programas reproductivos adecuados que son determinantes en el fin productivo de cada hato, resaltando el importante papel del macho

reproductor y las implicaciones negativas que tenga el inadecuado manejo de este, pero principalmente es necesario elevar cada vez más al mayor pico el uso de este sin abusar del mismo, logrando obtener crías y descendencia de uso productivo y sobrellevar ordenadamente todos los procesos y estrategias fundamentadas en las buenas prácticas de manejo, de esta manera previendo y evitando problemas de infertilidad en los reproductores de gran valor genético presentes en el hato bovino.

### La inseminación artificial y su importancia

El proceso físico de la Inseminación Artificial (IA) es factible para todas las especies, desde la abeja productora de miel hasta en la mujer, con resultados de concepción razonablemente buenos. Sin embargo, los bovinos son la especie en donde se ha desarrollado más intensamente y, en especial, en el ganado tipo europeo (*Bos taurus*). Considerado como un método zootécnico de producción, la inseminación artificial se conceptúa como el conjunto de procedimientos para realizar la extracción del espermatozoides de un animal destinado como reproductor, tratamiento, conservación y su depósito por métodos instrumentales en el lugar ideal del aparato genital de la hembra en el momento oportuno a fin de asegurar su fecundación.

La Inseminación Artificial ha favorecido el mejoramiento genético de las razas de bovinos y ha sido el medio para la creación de nuevas razas, fijando y reforzando los caracteres genético-productivos de interés para el hombre, permitiendo la selección de progenitores para lograr una descendencia deseable, y en general, ha contribuido al desarrollo productivo de muchas de las ganaderías de la actualidad. Se utiliza en prácticamente todo el mundo, al grado que, en los países desarrollados casi el 100% de las vacas son preñadas con este método; sin embargo, en los países menos desarrollados su uso ha tenido serias limitaciones.

La diferencia entre la inseminación artificial y la monta natural, estriba en que la primera permite una utilización racional del semental, preferentemente de alta calidad genética ya que al mismo tiempo pueden inseminarse un gran número de vacas en distintos lugares; mientras que con la monta natural un toro podría servir en condiciones óptimas a unas 60 vacas en un solo rancho. Además, la conservación prolongada del semen, asegura que un semental pueda seguir procreando descendencia por varios años aún después de haber muerto.



## La recolección y evaluación de semen

El proceso de colecta debe ser higiénico y evitando el shock térmico de los espermatozoides. La colecta se realiza con vagina artificial (VA) o por electroeyaculación. Los toros *Bos taurus* ("mansos") se pueden colectar con vagina artificial con la ayuda de una vaca en celo (aunque puede no estar en celo e inclusive puede ser un buey), mientras que los toros *indicus*, de ganadería de carne (que se consideren peligrosos) deben ser colectados por medio de la EE para proteger a los operarios. El EE consiste en un transductor con tres electrodos ubicados centralmente y que se coloca por vía rectal una vez se evalúan las heces. El operario colecta el semen en una bolsa e inmediatamente el semen debe ser evaluado.

La evaluación del semen incluye la determinación del volumen, color, la motilidad (masal e individual progresiva) y la morfología. Con esta información se calcula el número de espermatozoides viables en la muestra. Después se divide este número por el número deseado por pajilla (generalmente de 20 millones) y se calculan el total de pajillas posibles con el semen obtenido. También se calcula el volumen de diluyente que se requiere para ese número de pajillas.

Se considera que el semen apto para usar en inseminación artificial convencional, debe tener al menos 10 millones de espermatozoides viables a la descongelación, y este semen debe tener una motilidad progresiva mínima del 30-35%. También se le debe realizar una prueba de resistencia que consiste en evaluar la motilidad del semen por dos horas. El semen debe tener al menos 5% de motilidad a las dos horas de descongelado.

## Procesamiento y almacenamiento del semen

El proceso de congelación de semen bovino incluye los siguientes pasos: colecta, evaluación del semen, cálculo del número de pajillas posibles, dilución del semen al volumen requerido y finalmente el proceso de criopreservación.

La criopreservación es el proceso en el cual las células o tejidos son congelados a muy bajas temperaturas, generalmente entre  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$  para disminuir las funciones vitales de una célula o un organismo y poderlo mantener en condiciones de vida suspendida por mucho tiempo.

## La detección del estro

El celo es el período de aceptación por el cual la hembra es receptiva sexualmente (apareamiento) que normalmente se presenta en vacas no preñadas y novillas pubescentes, presentando manifestaciones y signos físicos característicos. Solamente en este ciclo es posible a la monta (permanece inmóvil cuando es montada). Esto es realmente de importancia debido a que sólo durante esta etapa

la hembra tiene la posibilidad natural de quedar preñada. El período de receptividad se repite cada 21 días promedio y suele durar de 6 a 30 horas.

Dentro de las características de comportamiento del celo bovino, existen dos categorías, las principales y las secundarias.

Principales:

- Pasividad a la monta: Único indicador de que la hembra se encuentra en celo.

Secundarias: Estas no son específicas del celo. Las hembras las manifiestan antes, durante y después del celo.

- Actividad de Monta
- Inquietud
- Disminuye la producción de leche
- Lamido y olfateo de genitales
- Vacas que se colocan en círculo. La que se encuentra en celo intenta descansar su barbilla en la espalda de la otra. Esto puede conducir o no a la actividad de monta.
- Rozamiento de cuello y cabeza
- Encuentros cabeza-cabeza
- Baja en el consumo / apetito
- Nerviosismo

Signos Físicos:

- Pelos de la grupa de la hembra despeinados
- Aumento de la temperatura corporal
- Falta de pelo en la grupa
- Descarga mucus cervical de la vulva
- Edematización de la vulva

Se debe realizar mediante la observación visual. Una persona que observe el rodeo e identifique el indicador (único) de celo que es la pasividad a la monta.

La frecuencia de observación debería ser de dos a tres veces al día (mañana, mediodía y tarde). La duración debe ser de al menos 30 minutos como mínimo por vez. Lo correcto sería llevar un registro de las vacas en celo o las fechas de servicio. Esto es realmente necesario para predecir fechas de parto o celos futuros; también para manejar a las vacas de una manera apropiada.

Problemas en la detección de celo:

Existen dos tipos de problemas: los fisiológicos y los de manejo.

Fisiológicos:

- La corta duración del celo.
- Tendencia a manifestarse en el horario de 18 a 6 hrs (horario de difícil observación).
- Un único indicador: la pasividad a la monta.

De Manejo:

- La identificación de los animales es errónea, llevando a fallas en los registros de datos.
- Poco conocimiento por parte del responsable sobre detección.
- No se le brinda el debido tiempo a la actividad de detección. Se trata de detectar cuando se realizan otras actividades.

### Técnicas de inseminación artificial en las diferentes especies domésticas

La inseminación artificial es usada en animales para propagar buenas cualidades de un macho en muchas hembras. Es especialmente empleada en caballos, vacas, cerdos, perros con pedigrí y ovejas. El semen es recolectado, refrigerado o/y congelado, y enviado a la ubicación de la hembra.

Para conservar el semen se diluye en una solución que contiene los componentes necesarios para mantener la viabilidad de los gametos tales como azúcares (usualmente fructosa), sales y sustancias tamponadoras, así como nutrientes tales como los aportados por la yema de huevo o la leche descremada.

Si las muestras son congeladas, necesitan de la adición de agentes crioprotectores como el glicerol para conservarlo mejor. También se le añade antibióticos para controlar el crecimiento bacteriano y disminuir el riesgo de contaminación bacteriana.

- **Monta dirigida:** Consiste en tomar semen del macho en presencia de una hembra en celo para comprobar su calidad e inseminarla en ese mismo momento. Esta técnica se utiliza cuando los dos progenitores no consiguen aparearse por falta de experiencia de uno o ambos individuos, dolor durante la cópula, malformaciones anatómicas o problemas de comportamiento entre ambos individuos (agresividad, excesivo miedo...). El veterinario obtendrá el semen del macho, excitado por la presencia de la hembra en celo y, tras comprobar al microscopio que la calidad es adecuada, lo introducirá mediante una sonda específica en el útero de la hembra. Si se realiza de forma correcta, esta técnica

debería tener unos resultados tan buenos como el apareamiento natural (70-80% de resultados con gestación). Se recomienda que ambos progenitores estén separados las horas previas a la inseminación, para evitar el agotamiento de los mismos y asegurar de este modo una mejor calidad del semen. Es aconsejable repetir el procedimiento trascurridas 24-48 horas, según el estadio del ciclo estral de la hembra.

- Semen refrigerado: También existe la posibilidad de realizar la inseminación artificial con semen refrigerado o incluso congelado. Esto permite la reproducción de animales separados en puntos alejados del globo terráqueo y reduce enormemente los costes y el tiempo de desplazamiento. Estas opciones se emplean sólo en casos muy concretos, con sementales muy valiosos para la mejora o conservación de determinadas razas ya que, en la clínica diaria, los propietarios acuden a la clínica con el macho y la hembra que quieren cruzar en caso de tener problemas para la monta natural.

### La transferencia embrionaria y su importancia

La transferencia de embriones está dentro de un marco de mejoramiento genético y se puede hacer tanto en fresco como también en forma congelada. El trabajo consiste en superovular vacas élite de alta producción, para poder multiplicar esa genética. La superovulación de la vaca permite que ésta, en vez de ovular una sola vez y producir un embrión por año, con la estimulación produzca mayor cantidad de óvulos, que puede así llegar a los 10 ó 12. Posteriormente, se insemina a las vacas, y 7 a 8 días después, los profesionales encargados del protocolo de trabajo se encargan de realizar la colecta de embriones.

La transferencia embrionaria es una herramienta a disposición de los productores ganaderos, que se destaca por aumentar la eficiencia del rodeo, logrando buenos índices reproductivos y permite obtener una mayor producción, pero sobre todas las cosas, la implementación de esta tecnología permite acelerar la ganancia genética con la contribución de ambos sexos.

Resumidamente, se trata de un procedimiento que comprende una serie de pasos. Primero se requiere de una hembra con buenos dotes genéticos y se estimula su ovulación por un tratamiento hormonal. Luego se procede a inseminar a la hembra en forma artificial con el semen del macho. Finalmente se transfieren los óvulos fecundados a los úteros de otras hembras (receptoras) donde continuaran su crecimiento y desarrollo.

## Técnicas de recolección de ovocitos y/o cigotos

La producción de embriones in vitro abarca la recolección de ovocitos de los ovarios de hembras donantes, la maduración in vitro y la fecundación de los ovocitos, seguido del cultivo in vitro hasta la etapa de mórula o blastocito. En esta etapa, están listos para ser transferidos a las hembras receptoras.

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.

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

## Procesamiento y almacenado de ovocitos y/o cigotos

Los ovocitos y los embriones producidos in vitro se pueden almacenar y transportar frescos, refrigerados o congelados. Los embriones frescos pueden cultivarse en incubadoras portátiles durante el transporte y deben llegar al animal receptor en un plazo de cinco días, a tiempo para la transferencia de los blastocitos maduros. Los embriones refrigerados se deben transferir dentro de los 10 días de refrigeración.

Los ovarios son transportados al laboratorio donde se procede a su lavado, acondicionamiento, punción de los folículos, para posteriormente seleccionar los ovocitos más óptimos y colocarlos en medios especiales de maduración, luego serán fecundados con semen elegido por el productor y cultivados en estufas en condiciones atmosféricas especiales durante 7-8 días. Finalizado este periodo los embriones están en condiciones de ser transferidos en fresco a una vaca elegida para este fin o criopreservarlos en termos de nitrógeno líquido hasta su transferencia en el momento apropiado.

Si se realiza la extracción de ovocitos por medio del matadero, el transporte se lleva a cabo en un termo que contiene una solución PBS o en una solución salina a temperatura ambiente pudiéndose conservar entre 20-25 °C durante 6-7 horas sin que afecte la capacidad de desarrollo posterior. En el laboratorio los ovocitos son obtenidos junto a su líquido folicular.

## Conclusión

En este trabajo podemos ver que el macho juega un papel muy importante para poder realizar una inseminación artificial y que existen simples factores que pueden alterar la reproductividad de este.

Conocer las dificultades que pueden ocasionar una mala calidad del semen en el macho nos permite como médicos veterinarios, buscar las mejores opciones para hacer que esto mejore y así evitar que un ejemplar con buenos genes deje de ser una opción a la hora de buscar progenitor.

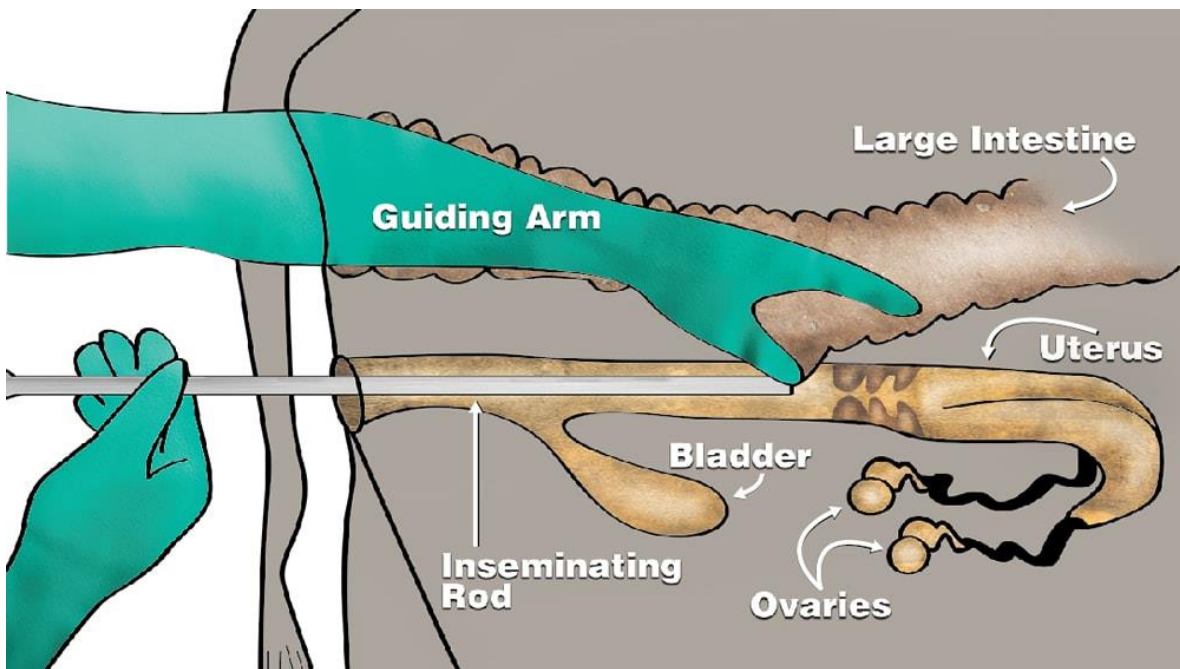
Las técnicas de inseminación artificial son muy útiles en la actualidad, ya que permiten mejorar la genética de los animales sin tener que tener necesariamente a la hembra y el macho en el mismo lugar y esto permite diversificar los genes y así ir mejorando la genética, ya que esta técnica permite transportar los espermatozoides desde distintas partes del mundo.

## Anexos

Tabla .- Variedad en las edades de comienzo de la pubertad.

Hereford	273-364 días
Angus	273-350 días
Holstein	252-343 días
Charolais	231-371 días

Edad de inicio de pubertad del toro



Inseminación artificial en bovinos

