

**Factores andrológicos y su relación sobre los indicadores reproductivos en bovinos,
equinos y porcinos en Colombia**

Jorge Sneider Valencia Castro

Oswaldo Garcés Realpe

Asesor

Orlando Díaz Franco

Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD

Escuela de Ciencias, Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA

Línea de investigación: reproducción y mejoramiento animal

2024

Resumen

Las características reproductivas de la especie bovina, equina y porcina a través de los tiempos han ido evolucionando debido a su impacto comercial y productivo; de tal manera, que han ido incorporando sistemas, métodos y ensayos que permitan escoger los mejores animales desde la pubertad hasta su madurez sexual, en las que se involucran los parámetros físicos y genéticos. Por lo anterior, la andrología de bovinos, equinos y porcinos en Colombia es un concepto crucial que debe ser analizado para garantizar el éxito reproductivo en la producción animal, para optimizar la fertilidad de los machos, crio preservar material seminal o mantener la calidad de este material por largos periodos de tiempo.

Palabras clave: Andrología animal, Toros, Garañones, Verracos, Zootecnia.

Abstract

The reproductive characteristics of bovine, equine and porcine species have evolved over time due to their commercial and productive impact; In such a way, they have been incorporating systems, methods and tests that allow choosing the best animals from puberty to sexual maturity, in which physical and genetic parameters are involved. Therefore, andrology of cattle, horses and pigs in Colombia is a crucial concept that must be analyzed to guarantee reproductive success in animal production, to optimize the fertility of males, breed, preserve seminal material or maintain its quality. material for long periods of time.

Keywords: Animal andrology, Bulls, Stallions, Boars, Zootechnics.

Tabla de contenido

| | |
|--|----|
| Introducción | 5 |
| Justificación | 8 |
| Objetivos..... | 9 |
| Objetivo General..... | 9 |
| Objetivos Específicos..... | 9 |
| Evaluación de la aptitud reproductiva, funcional y capacidad de servicio | 10 |
| Aspectos generales de la evaluación..... | 11 |
| Examen físico del reproductor | 12 |
| Condición corporal..... | 12 |
| Examen ultrasonográfico testicular..... | 15 |
| Pubertad | 16 |
| Bovinos | 18 |
| Equinos | 19 |
| Porcinos..... | 20 |
| Calidad seminal..... | 21 |
| Mecanismo de protección seminal..... | 23 |
| Indicadores zootécnicos mediante el uso de la inseminación artificial equinos..... | 25 |
| Enfermedades de trasmisión sexual..... | 26 |
| Conclusiones | 31 |
| Recomendaciones | 32 |

Introducción

La reproducción animal juega un papel fundamental en la productividad y sostenibilidad del sector agropecuario colombiano; sin embargo, mientras que se presta atención a los indicadores reproductivos de hembras y machos en especies como los bovinos, porcinos y equinos, la contribución de los machos de estas especies ha sido subestimada en los programas de cría, esta disparidad se refleja en la falta de implementación de valoraciones andrológicas en el país.

La falta de evaluación exhaustiva de los machos puede tener repercusiones significativas en la eficacia y eficiencia de los programas reproductivos. Aspectos cruciales como la pubertad, la calidad seminal y el uso de la ultrasonografía para evaluar el estado de las estructuras reproductivas son ignorados tanto por productores industriales como por campesinos. Lo que lleva a la falta de conocimiento permitiendo la toma de decisiones erróneas que afecten la productividad y el bienestar de los animales.

La ausencia de evaluaciones andrológicas en los sistemas de producción animal representa un riesgo considerable para la productividad del sector, al no aprovechar al máximo el potencial reproductivo de los machos, se compromete la capacidad de las hembras para producir proteína animal de manera eficiente. Es imperativo abordar esta brecha de conocimiento y promover la integración de la andrología en los programas de cría para optimizar la productividad y la sostenibilidad del sector agropecuario colombiano.

Es fundamental mantener en óptimas condiciones reproductivas a toros, garañones y verracos, ya que la andrología busca mejorar la reproducción en estas especies; sin embargo, a menudo el macho es dejado de lado en los programas reproductivos, lo que puede impactar negativamente los resultados reproductivos. Los factores clave relacionados con la pubertad, la

calidad seminal y el uso de la ultrasonografía como herramienta para evaluar objetivamente el estado de las estructuras anatómicas, son determinantes en la diferenciación entre animales altamente productivos y aquellos subproductivos.

Desconocer las variables que afectan la pubertad puede conducir a decisiones que aumenten los días improductivos de los machos o los sobrecarguen prematuramente, afectando su potencial productivo. No comprender la importancia del perímetro testicular, su relación con otros indicadores reproductivos, o el funcionamiento del epidídimo, las glándulas sexuales accesorias y la fisiología de la eyaculación puede resultar en una mala distribución de machos en relación con las hembras. Esto puede ocurrir si se utiliza la monta natural o una programación inadecuada en la colecta de material seminal para la inseminación artificial.

Asimismo, la falta de aplicación de ayudas tecnológicas como la ultrasonografía, que permitan determinar si un macho es infértil o subfértil, y la falta de conocimiento respecto al modo de empleo de esta herramienta para valorar el potencial espermatogénico a través del cálculo de la densidad testicular, podrían resultar en la elección de machos sin datos precisos acerca de su aptitud reproductiva. Esto posiblemente perjudique la productividad y el desempeño reproductivo de las hembras.

La falta de uso de la andrología zootécnica en las empresas de cría de ganado bovino, equino y porcino es un riesgo para la reproducción de las hembras, asumiendo el 50% de responsabilidad, con una porción inferior de la población, los machos.

El término de la reproducción implica resaltar la importancia que tiene el aporte de los machos en los sistemas de producción de cría de bovinos, equinos y porcinos, sin restar importancia a la parte de la clínica veterinaria, los conceptos de producción pueden tener una relevancia mayúscula cuando tratamos poblaciones animales que requieren un equilibrio

financiero sostenible en el tiempo, que haga simbiosis con las bases de mejoramiento genético, reproductivo y administrativo. Al profundizar en los conceptos andrológicos de bovinos, equinos y porcinos se podría generar herramientas que propicien la evolución de los análisis reproductivos en el sector pecuario colombiano que favorezcan la optimización de los machos y, por ende, la productividad en estas industrias, al conocer aspectos clave como la pubertad y la madurez sexual, se podrá proyectar un buen reproductor con una vida útil optimizada, desde cuando iniciar y cómo proceder con animales precoces, jóvenes, maduros o viejos, o por lo menos definir cómo cada grupo etario debe aportar en el programa reproductivo, obteniendo el máximo provecho reproductivo y productivo, al conocer aspectos claves sobre la calidad seminal, se podrían optimizar animales de alta calidad genética conservando o preservando el material seminal de manera óptima, multiplicando considerablemente el potencial de uso o la cantidad de animales necesarios para garantizar la cubrición de las hembras proyectadas, así como se podrían descartar animales con baja calidad seminal para disminuir costos de producción o fallas reproductivas, al conocer las ventajas de la ultrasonografía, se podrían iniciar mecanismos de control y mejoramiento relacionadas con las estructuras propias de cada individuo, que aporten a la evolución genética y, por ende, a la posterior selección de animales de alto valor genético (Gnemmi y Maraboli, 2007). En evaluaciones andrológicas tempranas se podrían identificar animales que podrían tener un alto potencial productivo, o, por el contrario, se podrían descartar animales improductivos para evitar ganancias mediocres o ineficientes. También debemos de profundizar en los conceptos de la andrología zootécnica para exponer la necesidad de mejorar los indicadores reproductivos en bovinos, equinos y porcinos en Colombia.

Justificación

Profundizar en el contexto andrológico de bovinos, equinos y porcinos podría generar herramientas que propicien la evolución de los análisis reproductivos en el sector pecuario colombiano que favorezcan la optimización de los machos y, por ende, la productividad. Al conocer aspectos clave como la pubertad y la madurez sexual, se podrá proyectar un buen reproductor durante su vida útil, sacando el máximo provecho sin perjudicar el desempeño temporal; al conocer aspectos claves de calidad seminal se podrían optimizar animales de alta calidad genética conservando o preservando el material seminal de manera óptima, multiplicando considerablemente el potencial de uso o la cantidad de animales necesarios para garantizar la cubrición de las hembras proyectadas; al conocer las ventajas de la ultrasonografía, se podrían iniciar mecanismos de control y mejoramiento relacionadas con las estructuras propias de cada individuo que aporten a la evolución genética y por ende, a la posterior selección de animales de alto valor genético. En evaluaciones andrológicas tempranas se podrían identificar animales que podrían tener un alto potencial productivo, o por el contrario, se podrían descartar animales que podrían ser improductivos para evitar ganancias mediocres o ineficientes.

Objetivos

Objetivo General

Profundizar en los conceptos de la andrología zootécnica para exponer la necesidad de mejorar los indicadores reproductivos en bovinos, equinos y porcinos de Colombia.

Objetivos Específicos

Determinar los indicadores zootécnicos relacionados con la andrología bovina, equina y porcina.

Diseñar programas de evaluación andrológica en bovinos, equinos y porcinos.

Implementar estrategias de difusión y socialización de la importancia de la andrología en la zootecnia para el sector pecuario colombiano.

Evaluación de la aptitud reproductiva, funcional y capacidad de servicio

La evaluación de la aptitud reproductiva del toro, del garañón y del verraco es un examen sencillo, práctico y económico que permite identificar animales subfértiles e infértiles que pueden llegar a afectar el éxito de un programa reproductivo, en consecuencia, debería realizarse de manera periódica; sin embargo, su utilización en nuestro país es baja. La evaluación andrológica involucra tres pasos fundamentales: el examen físico (conformación general, órganos sexuales internos y externos), la evaluación de la libido, la colecta y evaluación de semen; para tal fin se debe tener en cuenta la revisión de los aspectos que contemplan la evaluación reproductiva del toro, del garañón y del verraco, con el fin de determinar la aptitud reproductiva de los machos destinados para el servicio. Mediante la evaluación de estos aspectos es posible determinar la aptitud y el potencial reproductivo que puede tener un toro, antes de ser incorporado a los programas reproductivos, ya sea para colecta de semen con fines de criopreservación o para los procesos de monta natural (Páez y Corredor, 2014).

En explotaciones bovinas es posible encontrar entre el 3 y el 30% de los toros utilizados como no aptos para usar en reproducción, pues tienen una evaluación no satisfactoria (infértil) o poco satisfactoria (subfértil) (Páez y Corredor, 2014).

La evaluación del material seminal es un componente de la valoración andrológica ya que es parte fundamental para la selección de un macho apto para la reproducción; de esta manera varían sus funciones, así como, el más tradicional conocido como espermograma, el cual pueda ser interpretado correctamente por el profesional, y es necesario para dar a conocer al propietario del paciente una información clara y completa del estado reproductivo de su animal y de la forma como se debe tomar la muestra seminal (González y Castro, 2019). Por otra parte, los avances tecnológicos en la presentación de informes y análisis de semen han mejorado por el uso de

algunos softwares (Hamilton-Thorne CEROS II y IVOS, SpermVision), que han dado lugar a una serie de nuevos sistemas, los cuales pretenden ser más precisos, eficientes y específicos en un entorno de análisis seminal. En comparación con sistemas automatizados de computador y métodos microscópicos manuales; lo cual abre un debate entre las técnicas (ya sean manuales o asistidos por computador) para evaluar la fertilidad en machos (González-Cruz y Castro-Murillo, 2019).

En los porcinos se permite conocer la manera de cómo se puede ver afectada la capacidad reproductiva del cerdo, en el que se ven involucrados diversos factores, que van desde el manejo hasta la sanidad, donde una alteración de estos genera una afectación de la salud del verraco que limitará su capacidad de servicio y fertilidad, es de vital importancia realizar el examen reproductivo al porcino, el cual juega un papel importante en la eficiencia reproductiva y productiva en las producciones porcícolas, muchas veces se pasa por alto que los machos no tienen problemas de fertilidad y se toman medidas en las hembras innecesarias e ineficientes, ya que el problema puede radicar en el macho, todos estos problemas traerán disminución de la rentabilidad en dichas producciones (López *et al.*, 2014).

Aspectos generales de la evaluación

La evaluación de la aptitud reproductiva es un método práctico, sencillo y preciso para identificar toros que presentan subfertilidad o infertilidad y que pueden llegar a afectar la eficiencia reproductiva de un hato, el 20% de los toros presentan problemas de aplomos, el 6,6%, anomalías en órganos de los sentidos, el 18,3%, anomalías en los órganos sexuales externos, y el 16,6%, anomalías en los órganos sexuales internos, como asimetría de las ampollas y vesiculitis, alrededor del 20% de los reproductores evaluados en la zona centro y sur

del estado de Veracruz (México) presentan resultados que los califican como insatisfactorios para el proceso reproductivo (Vejarano *et al.*, 2005).

Examen físico del reproductor

El primer paso en la evaluación reproductiva del toro está representado por el examen físico general, que involucra la evaluación del estado del animal y, en particular, de los órganos sexuales externos e internos. Este examen físico contempla la estimación de la condición corporal, la revisión de los ojos, los aplomos y el aparato genital externo e interno (pene, testículos, vesículas seminales), y busca descartar aquellos toros con anomalías que puedan interferir con el deseo o la capacidad de monta, lo que llevaría a limitar o impedir su funcionalidad reproductiva. Además, se realiza la observación del toro en movimiento, de la conformación de los miembros y pezuñas, y de la condición corporal general (Páez y Corredor, 2014).

Condición corporal

Se debe realizar una revisión detallada del exterior del animal; lo primero es determinar la condición corporal, que señala el estado nutricional del animal (Páez y Corredor, 2014). La evaluación de la condición corporal en bovinos es un método utilizado para determinar el grado de reservas corporales, independientemente de la estructura, peso vivo y tamaño del animal. Para el caso de bovinos de tipo lechero y sus cruces se califica en escala de 1 a 5, y para el caso de animales de tipo cárnico y sus cruces, en escala de 1 a 9, correspondiendo 1 a un toro demasiado flaco y 5 (tipo lechero) y 9 (tipo cárnico) a un toro obeso (Salgado *et al.*, 2008). Los toros no deben estar obesos, pero sí deben tener una reserva energética que les permita soportar la temporada o el proceso reproductivo (Loyola *et al.*, 2014).

La condición corporal del toro debe estar entre 5 y 7, para el caso del ganado de tipo cárnico (Chenoweth, 2003) y una escala entre 3 y 3,5, para el caso de toros de tipo lechero; en este punto el toro puede dar una buena calidad de semen (Guarié, 2013). Animales con sobrepeso pueden tener problemas relacionados con disminución de la libido (Lozano, 2009).

Mediante palpación rectal se deben evaluar la consistencia o presencia de lesiones de los órganos sexuales internos, entre ellos: uretra pelviana, cuerpo de la próstata, vesículas seminales y ámpulas del conducto deferente. La lesión más común que puede encontrarse es la inflamación de las vesículas seminales, que se caracteriza por dolor a la palpación, aumento de tamaño, pérdida de las lobulaciones y adherencias; si se determina la presencia de alteraciones o inflamación, es necesario descartar la existencia de un proceso infeccioso por medio de la realización de un examen de laboratorio (Páez y Corredor, 2014).

En cerdos machos, la evaluación de los órganos genitales es crucial para determinar su salud reproductiva, estos órganos incluyen el epidídimo, conductos deferentes, vesículas seminales y próstata, para evaluar los testículos, se deben tomar en cuenta su tamaño, consistencia y la presencia de lesiones o anomalías. Los epidídimos también deben ser revisados en busca de cualquier inflamación, obstrucción u otras enfermedades, los conductos deferentes deben estar libres de obstrucciones y anomalías (Le-Coz, 2006).

La imagenología es la ciencia dedicada al estudio de las imágenes médicas, incluyendo tanto las imágenes normales como anormales de las estructuras, tejidos y órganos internos (Mendoza, 2021).

La detección de patologías testiculares en toros, grañones y porcinos se dificulta mediante la semiología, y por esta razón, se requieren herramientas como la ultrasonografía que permiten identificar problemas específicos. El uso de la ecografía en el diagnóstico patológico

comenzó a extenderse clínicamente a partir de 1960, demostrando eficacia en la diferenciación del origen intra o extra testicular de las lesiones (Lozano, 2019).

La aplicación de la ultrasonografía en equinos y bovinos se realiza desde 1980 y ha dado uno de los pasos más importantes para el estudio y comprensión de los eventos anatómo-fisiológicos en tiempo real. La experiencia del operador en la realización de la técnica tiene una importancia capital: debe coordinar la imagen con los movimientos realizados con la mano, detectar las interferencias y corregirlas para obtener un resultado correcto. Individualizado el órgano, el técnico debe poseer un conocimiento profundo de las estructuras anatómicas y su apariencia ultrasonográfica para evaluar el grado de normalidad o enfermedad presente (Monina *et al.*, 2000).

En este contexto, los principios básicos de la ultrasonografía son fundamentales, especialmente al considerar sus ventajas en la reproducción bovina. Este aspecto es crucial, ya que el componente reproductivo constituye uno de los pilares más importantes de la industria ganadera bovina, cuyo objetivo principal es lograr una cría al año, lo que garantiza una tasa de producción constante a lo largo del tiempo (Mendoza, 2021).

La ultrasonografía permite evaluar de forma no invasiva estructuras inaccesibles al ojo humano, En la década del 80 comenzó a masificarse en medicina veterinaria y en 1986 se vio la importancia de esta técnica en el estudio anatómico y patológico de las gónadas masculinas, constituyendo uno de los pasos más importantes en el estudio y comprensión de los eventos que ocurren en el organismo animal (Lozano, 2019).

La evaluación ultrasonográfica del contenido escrotal no está considerada en la actualidad como un procedimiento clínico-diagnóstico dentro del examen andrológico del toro, es una técnica que permite la detección de alteraciones “gruesas” en el parénquima testicular y

tejidos vecinos lo cual brinda facilidades al operador para emitir un diagnóstico y sobre todo un pronóstico reproductivo del semental más objetivo. Un ejemplo de esta afirmación son aquellos toros que son evaluados periódicamente, en los cuales permite seguir la evolución de los cambios patológicos diagnosticados con anterioridad, facilitando de esta forma al operador el emitir un criterio más certero sobre una posible afectación de la fertilidad potencial del toro (Chacón, 2013).

La evaluación ultrasonográfica de las gónadas del toro como parte del examen andrológico permite comprender la integridad anatómica y funcional del individuo, a través de estudios de áreas específicas. El protocolo de estudio en una exploración de este tipo se sigue a través de un seguimiento metódico, la palpación, la medida del perímetro escrotal y la evaluación del semen, otorgando información importante para determinar la capacidad reproductiva (Monina *et al.*, 2000).

La ultrasonografía se usa para determinar el tamaño testicular, identificación de masas intratesticulares, evaluación de líquidos intraescrotales, epidídimo y cordón espermático. El uso ecografía transrectal permite examinar las glándulas genitales accesorias y el abdomen en busca de testículos intraabdominales; dichos procesos se realizan luego de la toma de muestra seminal, cuando el macho es dócil (Brejov, 2013).

Examen ultrasonográfico testicular

El examen ultrasonográfico de los órganos genitales externos permite analizar el testículo (longitudinal y transversalmente), en el que se realizan una sección transversal y una sagital. En la sección transversal, el eje principal de la sonda está perpendicular al eje mayor del testículo, la visión transversal permite revelar el espesor del testículo, el parénquima, las tunicas vaginales y el epidídimo, prácticamente se trata de empujar los dos testículos desde arriba hacia abajo,

llevándolos hacia el fondo del escroto, a través de una ligera compresión en dorsal, a la altura de la base del cordón espermático. En la sección sagital, se realiza un movimiento idéntico al precedente, con la única diferencia en el posicionamiento de la sonda que se coloca con su eje mayor paralelo al eje principal del testículo, este examen permite identificar el espesor y el largo del testículo, el parénquima testicular, las tunicas vaginales y el epidídimo (Gnemmi y Maraboli, 2007).

Una vez que ha sido establecida la apariencia ultrasonográfica normal de una estructura, el cambio en su arquitectura se puede determinar con facilidad por ecografía, y las estructuras anormales presentes, que no perturban la arquitectura pueden ser detectadas, aunque determinar su origen puede ser difícil. La localización de áreas para la biopsia se facilita mediante ecografía, al ser en tiempo real, se dirige la aguja hacia el foco de la lesión, en donde el examen ultrasonográfico es indoloro y no invasivo, el cual permite al clínico elegir o descartar otras pruebas o aplicar la terapéutica más apropiada (Monina *et al.*, 2007).

En la textura ecográfica es determinante la organización micro anatómica de los tejidos y los fluidos existentes en los órganos, se puede determinar que entre más contenido de líquido exista, menos ecogénico es el tejido, mientras transcurre el periodo de maduración sexual, los túbulos seminíferos obtienen un cambio en el contenido celular y al comienzo de la secreción de fluido aparece la luz en ellos, al utilizar la ultrasonografía se puede caracterizar todos los cambios producidos en la etapa de maduración sexual (Evans *et al.*, 1996).

Pubertad

La pubertad es aquel momento en la vida cuando los animales logran la madurez sexual o la aptitud para reproducirse, aparecen las primeras condiciones o manifestaciones sexuales secundarias y alcanzan un amplio crecimiento y desarrollo en los órganos genitales. 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 edad a la pubertad está condicionada por una serie de factores correlacionados significativamente con la ganancia de peso corporal, como consecuencia del estado clínico-sanitario, nutricional y ambiental del individuo (Neira *et al.*, 2012).

La pubertad en equinos y porcinos es un proceso fisiológico complejo que marca la transición de la infancia a la edad adulta sexualmente madura, durante la pubertad se producen una serie de cambios hormonales y físicos que preparan al animal para la reproducción. En los equinos machos, la pubertad se caracteriza por el desarrollo de características sexuales secundarias como el aumento del tamaño de los testículos, la producción de espermatozoides maduros y cambios en el comportamiento reproductivo. En el caso de los porcinos, la pubertad se manifiesta a través de la maduración de los órganos reproductivos y la capacidad de reproducirse (Bavera, 2000).

La edad a la pubertad es una característica que indica la precocidad de los animales, siendo una variable reproductiva importante para considerar en los programas de mejoramiento genético de las razas, la pubertad representa el período de vida en el cual los órganos de la reproducción se tornan funcionales. En el macho se caracteriza por la presencia en el eyaculado de suficientes espermatozoides maduros, donde fisiológicamente, coinciden con el momento en que comienza a crecer el parénquima testicular, constituido aproximadamente en un 81% por túbulos seminíferos o cuando el eyaculado contiene 50 millones de espermatozoides por mililitro, con un mínimo del 10% de motilidad progresiva (Acuña *et al.*, 2012).

Bovinos

La edad a la pubertad está condicionada por una serie de factores correlacionados significativamente con la ganancia de peso corporal, como consecuencia del estado clínico-sanitario, nutricional y ambiental del individuo, los parámetros obtenidos para determinar la edad y el peso a la pubertad en machos de la raza criolla colombiana Blanco Orejinegro (BON) en condiciones de hábitat natural mostraron cambios significativos entre los 14 y 16 meses de edad, con pesos que oscilan entre 206 y 234 kg (Neira *et al.*, 2012).

Es importante destacar que un solo factor, como lo es la concentración espermática, no sería una medida contundente para determinar la edad a la pubertad, factores individuales como la testosterona sérica y el comportamiento de libido del animal, son indicadores que por sí solos no mostrarían una evidencia de madurez sexual. Así mismo, se demuestra que bajo condiciones ambientales del centro de investigación (Nus). Los toretes tienen una madurez reproductiva a partir de los 18 meses de edad, a pesar de su apariencia corporal poco desarrollada, por esto se sugiere que se pueden utilizar en apareamiento desde los 18 a 20 meses de edad, con un buen potencial de fertilidad (Neira *et al.*, 2012).

La pubertad en el macho tiene un comienzo variable y se encuentran algunas influencias como la raza y la alimentación, para la cual la determinación de la edad de la pubertad permite establecer el momento en que el toro comienza a estar capacitado y luego de un período de maduración sexual, se encontrará apto para llevar a cabo la reproducción. El desarrollo testicular y la circunferencia escrotal son esenciales, ya que existe una correlación entre la circunferencia escrotal y los parámetros seminales (concentración, motilidad y viabilidad), aunque un macho con circunferencia escrotal adecuada a una edad temprana no siempre muestra semen de calidad

adecuada, por lo que la selección por circunferencia escrotal a edades tempranas podría llevar a descartar machos con un buen potencial reproductivo (Neira *et al.*, 2012).

Equinos

Los cambios en el comportamiento sexual de los equinos durante la pubertad están relacionados con el aumento de la producción de hormonas sexuales, como la testosterona en los machos y el estrógeno en las hembras. Estas hormonas juegan un papel importante en la regulación de las conductas reproductivas y el establecimiento de jerarquías sociales en los grupos de equinos. Para garantizar una transición saludable a la pubertad, es importante proporcionar una dieta equilibrada, atención veterinaria regular y manejo adecuado de los animales, también es fundamental contar con instalaciones y equipos adecuados para la reproducción, en caso de que se desee utilizar a los equinos para la cría (Matamoros *et al.*, 2002).

La pubertad es la etapa del desarrollo cuando, además de un crecimiento y desarrollo vigoroso, el potro comienza a exhibir características y comportamientos masculinos como vocalización frente a las hembras, erección, masturbación y cópula, y un aumento en el tamaño de los músculos masticatorios, la pubertad ocurre antes de un desarrollo corporal suficiente, por lo que la reproducción debe esperar hasta que los individuos alcancen la madurez sexual (Tigse-Vargas, 2023).

Al alcanzar la madurez sexual, el individuo adquiere la capacidad de liberar gametos viables y así alcanzar su máximo potencial reproductivo. La pubertad ocurre en los caballos a los 18 meses de edad, y el rango de edad de 18 a 24 meses varía según la fecha de nacimiento del potro. Este momento coincidió con el descenso de un testículo, el potro muestra los primeros signos de interés por la hembra cuando tiene un año y luego quiere montar a las yeguas en celo, aunque esto no siempre sucede. Salvo en razas pequeñas, el potro no alcanza la madurez sexual

hasta que tienen uno o hasta dos años de edad; los potros grandes y bien contruidos ya se aparean a la edad de dos años. Se puede decir que la pubertad precede a la madurez porque el organismo continúa creciendo y madurando hasta que expresa su máximo potencial reproductivo. Generalmente, los mamíferos alcanzan la pubertad a los 60 kilos de masa corporal (Tigse-Vargas, 2023).

Porcinos

La pubertad en los cerdos es un proceso complejo y crucial en el desarrollo sexual de estos animales, durante la pubertad los porcinos experimentan una serie de cambios fisiológicos y comportamentales que los preparan para la reproducción, estos cambios incluyen el desarrollo de los órganos reproductores, la maduración de los gametos y la adquisición de comportamientos sexuales. Ciertos aspectos del comportamiento sexual en verracos comienzan tan pronto como al primer mes de edad, la actividad de monta en camadas se observa con mayor frecuencia en los machos que en las hembras, y la actividad de monta acompañada de erección ocurre alrededor de los cuatro meses de edad. Sin embargo, la mayoría de los verracos no son capaces de producir eyaculados con cantidades normales de espermatozoides fértiles hasta los 6 a 8 meses de edad (Williams, 2013).

Además de la producción de espermatozoides, se sabe que los sementales proporcionan cualidades muy importantes como son señales táctiles, olfativas (A través del olor fuerte y característico que desprende un verraco), feromonas (que se liberan a través de la orina y la salivación), auditivas (gruñidos) y visuales, que son muy útiles para identificar el momento en que la hembra este en celo. Así, el celo se produce como resultado de que el macho genera señales hormonales en las hembras para la estimulación y activación del eje hipotálamo - hipofisario - ovárico (Desiderio, 2023).

Para desarrollar la práctica efecto macho, se debe considerar que las cerdas deben tener al menos 130 días de edad. El método más aceptado es la visita diaria de hasta tres (3) veces al día en grupos de primerizas al corral del verraco, donde se permita el contacto físico durante 10 a 15 minutos. Según evidencias, la visita al corral del verraco muestra mejores resultados, ya que se produce un estrés temporal ambiental durante el movimiento en las cerdas y, además, la estimulación es mayor debido al olor más pronunciado del verraco en el corral; sin embargo, la literatura también menciona que la visita puede ser del verraco al corral o jaulas de primerizas. Un tercer método es alojar a las primerizas en corrales con barrotes laterales y tener al semental en un corral adyacente, para que haya contacto frecuente visual y físico (nariz con nariz). Sin embargo, este último método tiene como inconveniente que las cerdas pueden acostumbrarse a los estímulos del verraco y, como consecuencia, mostrar celos silenciosos y más cortos (Desiderio, 2023).

Calidad seminal

La evaluación de la calidad del semen fresco se realiza mediante la evaluación de características macroscópicas (volumen, color, olor, aspecto), así como características microscópicas (motilidad masal e individual, vitalidad, anormalidades morfológicas) (Crespo y Quintero, 2014).

La calidad del semen refrigerado en la inseminación artificial es importante, tanto por su eficiencia en la tasa de preñez, como por la cantidad de lechones nacidos por camada. Se debe determinar el impacto de la concentración espermática del eyaculado y el descanso entre eyaculaciones sobre la tasa de preñez y la cantidad de lechones nacidos usando semen porcino refrigerado, la probabilidad de obtener una tasa de preñez $\geq 93\%$ fue 10,4 veces mayor cuando los eyaculados provenían de verracos con 12,5 días o más de descanso, 9,7 veces mayor cuando

éstos eyaculados presentaron una concentración espermática ≥ 941 millones de espermatozoides por ml y 2,7 veces mayor cuando las hembras inseminadas presentaron celo entre cuatro y siete días después de haber sido destetadas (Díaz y Olivera, 2020).

La calidad seminal de los toros puede verse afectada por múltiples causas, ya sean de origen infeccioso o no infeccioso. Es de gran importancia comprender adecuadamente estas causas, ya que de esta manera se pueden tomar las medidas correctivas necesarias, ya sea para tratar al toro o en otros casos, para descartarlo del sistema productivo al que corresponda (Lozano, 2009).

No se debe olvidar cómo la presencia física del toro puede lograrse a partir de un banco de germoplasma (semen congelado), el cual puede tener problemas de calidad no inherentes al proceso de criopreservación. Los problemas de calidad seminal se verán reflejados en los diferentes parámetros reproductivos del sistema productivo, lo cual será de gran relevancia al hacer un balance de pérdidas y ganancias de una ganadería, ya sea de ganado de carne o de leche (Lozano, 2009).

En porcinos el efecto del macho es un factor importante en la reproducción, es necesario llevar a cabo una evaluación de la calidad seminal que permita aplicar técnicas de inseminación artificial, las cuales disminuyen el riesgo de transmisión de enfermedades, permitiendo a su vez la selección de individuos de alto valor genético (López-Rodríguez *et al.*, 2017).

La industria equina es una fuente esencial de empleo e ingresos a nivel mundial, el uso de la inseminación artificial (IA) con semen congelado es una oportunidad para seguir difundiendo el caballo criollo colombiano, los estudios seminales de criopreservación en caballos criollos colombianos son limitados y no existe conocimiento previo sobre los cambios deletéreos inducidos por el proceso de criopreservación en la cromatina (Camacho *et al.*, 2024).

En equinos el uso generalizado y efectivo de semen equino criopreservado es aún limitado, principalmente por su asociación con la baja fertilidad, como es conocido, los espermatozoides de esta especie son extremadamente sensibles a las alteraciones celulares generadas por la congelación. El mejoramiento de los procedimientos de criopreservación de semen equino pueden derivarse en un uso más eficiente de biotecnologías reproductivas como la inseminación artificial, la transferencia de embriones y la fecundación *in vitro*. El mantenimiento de menores niveles de peroxidación lipídica de los espermatozoides, a pesar del evidente aumento en la producción de especies reactivas de oxígeno (ERO) en el semen congelado bajo suplementación con plasma seminal, podría entenderse como un efecto contrario al esperado. Sin embargo, estudios mostraron que el incremento de la generación de ERO no está necesariamente acompañada de un incremento detectable en la peroxidación lipídica (Pizarro *et al.*, 2017).

Mecanismo de protección seminal

La fertilidad potencial del semen equino, se evalúa rutinariamente mediante análisis macroscópico – físico y análisis microscópico de los espermatozoides. Este análisis incluye la determinación del volumen del semen, la presencia de sangre, orina o bacterias potencialmente patógenas, la concentración de espermatozoides, la proporción de espermatozoides vivos y muertos, el análisis de las características morfológicas de las células espermáticas, la movilidad total, la movilidad progresiva, e incluso la velocidad y la duración de la movilidad de los espermatozoides después del almacenamiento *in vitro* (Restrepo *et al.*, 2016).

La centrifugación puede ocasionar daños mecánicos en los espermatozoides equinos, estos daños dependerán tanto de la duración como de la fuerza empleada en el proceso, incluso con la menor fuerza de centrifugación evaluada (600 xg), se observa una disminución en la integridad y funcionalidad de los espermatozoides; Por otro lado, para el volumen eritrocitario

(VE), se considera que la centrifugación comienza a ser un factor relevante a fuerzas cercanas a 1800 xg (Restrepo *et al.*, 2016).

El proceso de criopreservación de semen radica en la congelación y conservación de las células germinales a descensos de temperaturas con objetivos reproductivos, siendo elemental para las prácticas de tecnología de la reproducción. La criobiología ha experimentado los efectos de los descensos de temperaturas sobre las células germinales y su correlación con el tiempo de exposición, generando el conocimiento base para realizar los procesos de criopreservación. En el proceso de congelación de las células germinales se originan cambios en la organización y estructura de las membranas plasmáticas lo que afecta a las características seminales con tendencia a reducir su capacidad fecundante y de acuerdo a su resistencia se definirán los rangos de supervivencia (Tayupanta y Villafuerte, 2022).

Una evaluación seminal realizada a las dos razas equinas, se puede evidenciar que la raza cuarto de milla presenta un contenido seminal mayor que la raza mestiza, a nivel nutricional los caballos de raza cuarto de milla tienen mejor dieta nutricional frente a la raza mestiza, a nivel medio ambiental los animales de razas mestiza se encuentran ubicados en sabanas abiertas a diferencia de la raza cuarto de milla que se encuentran en potreros de pasto, así mismo la edad se estableció mayor concentración espermática en caballos adultos de la raza cuarto de milla debido a su actividad sexual o reproductiva, con respecto a viabilidad espermática un caballo adulto de la raza mestiza, presentó un déficit en el contenido seminal, esto se puede atribuir a muchos factores los cuales son: la alimentación, nutrición, tamaño testicular, edad, tiempo de monta, número de recolección de muestra. Según los resultados obtenidos no determina que solo la edad puede reflejarse en la viabilidad espermática, sino que también los cuidados y alimentación son cruciales para tener equinos con buena calidad seminal, los equinos evaluados no estaban en las

mismas condiciones, de tal modo que los parámetros productivos establecidos no eran iguales, esto se puede facilitar a diversas variables dentro de la evaluación seminal (Albarracín- Galíndez y Grisales-Posada, 2022).

Indicadores zootécnicos mediante el uso de la inseminación artificial equinos

La inseminación artificial del ganado ha sido una tecnología básica para los productores de todo el mundo durante más de sesenta (70) años. Esta tecnología reproductiva ha permitido la rápida mejora de la genética del ganado, sobre todo en el ganado lechero y los cerdos. Este campo ha experimentado mejoras continuas durante las últimas seis décadas, aunque se ha trabajado mucho para mejorar la eficiencia de la IA, todavía hay muchas áreas que continúan experimentando mejoras, incluidos los procedimientos de análisis de semen, las técnicas de selección de esperma, las tecnologías de sexado de esperma y los métodos de almacenamiento de semen. Además, el uso de la IA sigue aumentando en el ganado vacuno, los caballos y los pequeños rumiantes a medida que la tecnología se vuelve más eficiente y produce mayores tasas de preñez. Antes el uso de la IA, un toro maduro podía usarse para criar aproximadamente sesenta (60) vacas en una temporada de cría de setenta (70) días cada año. La adopción de la IA nos ha permitido criar cien (100) vacas o más con una sola eyaculación y en un ejemplo extremo ha permitido que un toro engendre más de 500.000 crías (Zuidema *et al.*, 2016).

Dentro de la industria porcina, es una práctica común combinar semen de verraco para compensar la potencial fertilidad deficiente de un verraco como seguro biológico. Esta práctica permite que los verracos subfértiles sigan existiendo perpetuamente dentro de la población. Además, existe la preocupación de que algunos verracos subfértiles puedan reducir la tasa promedio de preñez y el tamaño de las camadas (Zuidema *et al.*, 2016).

La IA equina es mucho menos popular que la IA porcina o bovina; de hecho, varios registros de caballos se oponen activamente a la IA equina y obstaculizan su expansión al excluir del registro a los caballos derivados de la IA, a pesar de la falta de popularidad y el rechazo total de la IA por parte de algunos miembros de la industria equina, la IA equina ha seguido creciendo durante los últimos veinticinco (25) años. Actualmente, la mayoría de las IA para caballos se realizan utilizando diluyentes líquidos enfriados, similares a los diluyentes para cerdos, el semen de caballo se almacena habitualmente a la temperatura de refrigeración habitual (4°C) en comparación con el semen porcino (17°C), pero debe usarse dentro de las 24 h después de las cuales la calidad de los espermatozoides disminuye considerablemente. Los sementales frecuentemente se seleccionan basándose en su desempeño en competencias sin énfasis en la fertilidad o la calidad del semen, debido a esto, existe una gran variabilidad en la calidad del semen entre sementales, esto explica las tasas variables de embarazo asociadas con la IA equina. La IA equina es otra industria de la IA que se beneficiaría de un mayor énfasis en la fertilidad masculina y la calidad del semen, a pesar de que el sector equino de la industria de la IA tiene tales limitaciones, se prevé que la IA equina seguirá creciendo durante los próximos siete (7) años a medida que crezca la eficiencia y los productores ganen más interés (Zuidema *et al.*, 2016).

Enfermedades de trasmisión sexual

Los virus han sido detectados a nivel testicular, y encuentran en la barrera hemato-testicular un adecuado mecanismo para evitar los dispositivos de defensa y los posibles tratamientos que se lleven a cabo para atacarlos, lo que conlleva que el testículo se convierte en un adecuado reservorio para los virus entre otros agentes infecciosos , el herpes virus bovino

(BHV-1) causante de la Rinotraqueitis bovina infecciosa (IBR) puede estar presente en el semen de toros subclínicamente infectados y los cuales son cero-negativos (Marín-Aguilar, 2014).

La familia de herpes virus ha sido detectada dentro del espermatozoide de especies como el hombre, y se pueden replicar a nivel testicular pero no necesariamente dentro del epitelio seminífero, siendo un virus que sobrevive a la criopreservación, se ha planteado tratamiento del semen previo a la congelación con elementos como tripsina en forma similar a los embriones, con el inconveniente de que se altera la membrana plasmática de los espermatozoides, igualmente se plantea el uso de diluyentes para criopreservación con gammaglobulinas donde se reduce el riesgo de infección de semen contaminado y no se afectan los espermatozoides en motilidad y morfología (Marín-Aguilar, 2014).

El virus de la diarrea viral bovina (BVDV) puede ser transmitido en el semen en alta concentración, pero no se ha asociado con alteración en la morfología espermática, el virus puede ser aislado de las glándulas sexuales accesorias, de los testículos y del semen, se ha reportado como un toro seropositivo y aun no virémico, evacúa persistentemente virus en el semen. Esta situación permitiría que en un toro que se infecta antes de la pubertad, donde aún no se ha terminado de formar la barrera hemato-testicular, el virus se replique dentro de los testículos evadiendo al sistema inmune, este virus (BVDV) puede sobrevivir la criopreservación causando infección en hembras y se asocia con infertilidad, especialmente en novillas, causando fallas a nivel de la concepción y permitiendo adicionalmente una mayor difusión del virus (Marín-Aguilar, 2014).

Otro virus que actualmente es común en Colombia, es el orbivirus de la Lengua azul (BTV), el cual se elimina en el semen en alta concentración y se asocia con defectos de los

espermatozoides, siendo detectadas partículas virales en el núcleo de los espermatozoides del toro afectado (Marín-Aguilar, 2014).

La Leucosis bovina mostró un porcentaje de positividad que varió entre 21 a 41%, en esta enfermedad la mayoría de animales infectados se presentan asintomáticos, ocasionalmente presentan linfosarcoma; Sin embargo, su presencia es asociada con grandes pérdidas productivas, especialmente en ganado lechero, los datos evidencian una fuerte presencia de esta enfermedad en la región, por lo que debería considerarse dentro de los programas de sanidad animal y bioseguridad (Maldonado y Pérez, 2022).

La paratuberculosis bovina es el periodo evaluado, con un porcentaje de positividad entre el 16 y 28%, que en la mayoría de casos, según la información proporcionada por los veterinarios y propietarios, los animales testeados tenían diarrea crónica como signo principal. La prevalencia de paratuberculosis en ganado lechero de la misma zona de donde proviene nuestros datos, fue de un 6%; Sin embargo, aunque nuestros datos indican una seropositividad mayor es posible que esto se deba a la diferencia en la naturaleza del muestreo; Además, el trabajo citado indica que se determinó asociación entre la seropositividad y la presencia de diarrea en las vacas analizadas, lo que explicaría porque en este reporte tenemos una positividad mayor (Maldonado y Pérez, 2022).

En la rinotraqueitis infecciosa los resultados corresponden a vacas abortadas, es posible que el alto número de animales positivos corresponda a la presencia de anticuerpos vacúnales, pues en la zona de estudio se ha masificado el uso de vacunas virales y polivalentes, en el caso de la diarrea viral bovina hay un escaso número de animales positivos debido posiblemente a que los resultados corresponden a exámenes realizados para determinar la presencia de anticuerpos y antígenos para proteína P80 viral, presentes únicamente en cepas citopáticas (Maldonado y Pérez, 2022).

El complejo respiratorio porcino es considerado uno de los principales problemas que afectan la porcicultura mundial, estudios realizados en Yucatán reportan la elevada prevalencia de signos clínicos respiratorios en las granjas de engorda, así como un 90,3% de lesiones pulmonares en cerdos finalizados sacrificados en el rastro municipal de Mérida (Torres y Ramírez, 1999).

En equinos se recomienda una práctica de diagnóstico aconsejable en los machos, evaluar la flora bacteriana que poseen, esta evaluación debería realizarse antes y después de la temporada reproductiva para detectar la aparición del algún patógeno específico que pueda modificar la fertilidad del semental o impactar en la fertilidad de las yeguas. Para lograr una buena toma de muestra es necesario que el pene del semental se encuentre en erección, previo a la eyaculación se deben tomar muestras de: a) superficie del pene; b) fosa del glande; c) uretra pre-eyaculación; y luego de la recolección de semen se deben tomar las siguientes dos muestras: d) de la uretra poseyaculación y e) del eyaculado, la detección de patógenos específicos alerta al profesional del cuidado a tener, de la necesidad de tratamiento del semental y de la prevención de la infección del tracto de la yegua mediante el uso de diluyentes de semen con antibióticos específicos según el antibiograma (Neild y Miragaya, 2015).

Dentro de las enfermedades venéreas se destacan la arteritis viral equina, una enfermedad contagiosa causada por un virus ARN de la familia artevirdae, que afecta el aparato respiratorio y se la denomina así por las lesiones que causa en los vasos sanguíneos, algunas cepas del virus producen abortos en las yeguas cuando se infectan durante la gestación, la seroprevalencia de esta enfermedad es alta en muchos países y el movimiento de animales está muy regulado por normas zoonosanitarias que reglamentan el tránsito internacional de equinos e impiden la difusión de la enfermedad, se la considera venérea porque el virus está presente en el semen (el virus se

localiza en las glándulas vesiculares o vesículas seminales) y el semental es generalmente portador asintomático luego de haber cursado la fase aguda de la enfermedad, además, el virus sobrevive en el semen congelado de animales portadores, convirtiendo esta vía en un riesgo potencial de transmisión de la enfermedad (Neild y Miragaya, 2015).

Otra de las enfermedades de importancia y de carácter viral en los equinos, es Exantema Coital, enfermedad de transmisión sexual, altamente transmisible, causada por el Herpes virus tipo III (EHV-3). El diagnóstico se realiza por la visualización de las lesiones, consistentes en pústulas redondeadas que se ulceran, drenan un exudado característico y luego cicatrizan dejando una lesión redondeada y blanquecina, en el semental, se evidencian las lesiones en el pene y prepucio y en la hembra, en la vulva y región perineal (Neild y Miragaya, 2015).

La anemia infecciosa equina (AIE) es una enfermedad viral de distribución mundial, causada por un miembro del género Lentivirus, las manifestaciones clínicas de la AIE, pueden dividirse en tres fases: aguda, crónica y asintomática, se trasmite mecánicamente desde las piezas bucales de insectos picadores (tábanos- moscas – garrapas) y por objetos cortopunzantes que contengan sangre infectada (Tique et al., 2015).

Dentro de las contaminaciones bacterianas consideradas como patógenos específicos esta la *Klebsiella pneumoniae*, la *Pseudomonas aeruginosa*, la *Escherichia coli* y el *Streptococcus zooepidemicus* y en especial algunas cepas de estas son realmente muy virulentas. Hay otro grupo de bacterias consideradas potencialmente patógenas como *Bordetella*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Proteus* etc., todos estos patógenos pueden causar la subfertilidad, en algunos casos debido a la gran proliferación en el tracto de la hembra y del macho o incluso por la localización en las glándulas sexuales anexas por vía ascendente, generalmente en las glándulas vesiculares o vesículas seminales del padrillo (Neild y Miragaya, 2015).

Conclusiones

Es claro reconocer la subestimación de los machos en la reproducción animal, ya que existe una disparidad en la atención dada a los indicadores reproductivos de las hembras en comparación con los machos en el sector agropecuario colombiano, sin duda alguna, siempre se les brinda la importancia a las hembras para su selección y análisis.

Si no se tiene especial cuidado en la selección de los machos como potenciales reproductores se puede afectar la capacidad de producción de proteína animal de manera eficiente. Es tan importante analizar los órganos reproductores de las hembras como de los machos, su genética y características andrológicas.

La no práctica de evaluaciones andrológicas en las empresas y explotaciones pecuarias dedicadas a la reproducción bovina, equina y porcina representa un riesgo considerable para la productividad del sector, comprometiendo el potencial reproductivo de los machos y, por ende, la capacidad de las hembras para producir de manera eficiente.

La andrología zootécnica destaca la importancia de los machos en los sistemas de cría de bovinos, equinos y porcinos, lo que implica la necesidad de integrarla en los programas de cría para optimizar la productividad y la sostenibilidad del sector agropecuario colombiano.

Con el paso del tiempo se han propuesto estrategias concretas para difundir y socializar la importancia de la andrología en la zootecnia para el sector pecuario colombiano, lo que contribuye a aumentar la conciencia sobre el papel crucial de los machos en los programas de cría y la mejora de la eficiencia reproductiva y la rentabilidad en la producción de bovinos, equinos y porcinos.

Recomendaciones

Mantener a los toros, garañones y verracos, seleccionados en óptimas condiciones de vida, ya sea en su parte nutricional, factores ambientales, infraestructura y sanidad animal, ya que su contribución es crucial para mejorar la reproducción.

Se recomienda profundizar en aspectos andrológicos cruciales como la pubertad, la calidad seminal y el uso de la ultrasonografía para evaluar el estado de las estructuras reproductivas, tanto en productores industriales como en campesinos.

Es necesario implementar evaluaciones andrológicas en grandes, medianas y pequeñas empresas dedicadas a la reproducción bovina, equina y porcina para minimizar el riesgo sobre la productividad de las hembras y optimizar el potencial reproductivo de los machos. Para pequeños productores es importante que se realicen proyectos que les permitan mediar este proceso a través de entidades gubernamentales dedicadas a tal fin.

Se deben promover estrategias de difusión y socialización sobre la importancia de la andrología en la zootecnia para concientizar al sector pecuario colombiano sobre la relevancia de los machos en los programas de cría y mejorar la eficiencia reproductiva y la rentabilidad en las especies mencionadas.

Referencias bibliográficas

- Acuña, m. B., borelli, v., konrad, j. L., jacquet, a. A., y crudeli, g. A. (2012). Inicio de pubertad y caracteres reproductivos en toritos braford del nordeste argentino. *Revista veterinaria*, 23(2), 100-103.
- Albarracín galindez, k. J., y grisales posada, i. M. (2022). Evaluación comparativa de la calidad seminal de la raza cuarto de milla frente al caballo mestizo en la finca el secreto de la verada maporita del municipio de arauca.
- Bavera, g. A. (2000). Curso de producción bovina de carne. Fav unrc.https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria/01-pubertad_en_machos_y_hembras.pdf
- Brejov, g. D. (2014). Semiología veterinaria. Cátedra de semiología – medicina i, facultad de ciencias veterinarias, universidad de buenos aires.
Http://www.fvet.uba.ar/archivos/catedras/semiologia/semiologia_guia_completa.pdf
- Camacho-rozo, ca, estrade, m., camacho-reyes, ja, perez-osorio, j., y mattos, r. (2024). Comparación de dos protocolos de congelación de semen de caballos criollos colombianos: resultados preliminares. *Revista búlgara de medicina veterinaria*, 27 (2).
- Chacón c., j. (2013). Evaluación ultrasonográfica del contenido escrotal durante el examen andrológico en toros bajo condiciones de monta natural y manejo extensivo. Programa de investigación en andrología animal aplicada, escuela de medicina veterinaria, universidad nacional (una).
Https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/819/jb2013_91-96.pdf?sequence=1&isallowed=y
- Chenoweth, p. J. (2003). Impulso sexual del toro y comportamiento reproductivo. *Large animal clinical sciences*, college of veterinary medicine, kansas state university. Traducido por c.

Desiderio benítez, s. R. (2023) manejo de la hembra reproductora y el semental porcino.

Universidad autónoma del estado de méxico.

<https://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/140209/tesina%20srdb.pdf?sequence=1&isallowed=y>

Díaz, o., y olivera-angel, m. (2020). Impact of boars' sperm concentration of ejaculate and rest days between ejaculates on sows' pregnancy rate. *Revista veterinaria y zootecnia (online)*, 14(1), 21-34.

Crespo, e. Y quintero-moreno, a. (2014). Calidad seminal de toros criollo limonero. *Revista científica*, xxiv (6), 518-525.

Espitia, a., prieto, e., y cardozo, j. (2006). Pubertad y circunferencia escrotal en toros holstein x cebú, cebú y romosinuano. *Revista mvz córdoba*, 11(1), 744-750. Universidad de córdoba. <https://www.redalyc.org/pdf/693/69311108.pdf>

Evans, a., pierson, r., garcía, a., mcdougall, l., hindka, f., y rawlings, n. (1996). Changes in circulating hormone concentrations, testes histology and testes ultrasonography during sexual maturation in beef bulls. *Theriogenology*, 46, 345-357.

García, r., y romar, r. (2017). Efecto del fluido folicular liofilizado en la maduración in vitro de ovocitos porcinos. In *anales de veterinaria de murcia* (vol. 33, pp. 87-89). Servicio de publicaciones, universidad de murcia.

Gnemmi, g., y maraboli, c. (2007). Ultrasonografía del aparato reproductor del macho: aplicaciones a campo. *Revista raurus*, 9(33), 38-45.

González cruz, s., y castro murillo, k. (2019). Métodos modernos de evaluación seminal en equinos. *Revista de investigación veterinaria*, 15 (2),

<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/8237d0e1-e8e9-4c4c-a8d9-cb195afa5f6d/content>

Guarié, ea (2013). Nutrición del toro y calidad seminal (tesis de licenciatura, universidad de buenos aires, facultad de ciencias https://produccionbovina.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/07/nutricion_y_calidad_seminal.pdf

Le coz, p. (2006). Anatomía y fisiología del verraco. 3tres3.

https://www.3tres3.com/latam/articulos/anatomia-y-fisiologia-del-verraco_10066/

López, r. R., losada, v. F. A., y solarte, p. A. G. (2014). Evaluación reproductiva de verraco.

Revista de la facultad de ciencias agropecuarias, universidad de la amazonia, 6(1), 29-34.

<https://editorial.uniamazonia.edu.co/index.php/fagropec/article/view/381>

Loyola oriyés, c. J., fiss poll, a. A., vázquez montes de oca, r., & ramírez oriyés, j. A. (2014).

Influencia de la condición corporal en la libido sexual de receladores vacunos con fimosis artificial. Revista de producción animal, 26(3).

Lozano vargas, l. M. (2019). Ultrasonografía aplicada a la andrología en bovinos. Repositorio universidad cooperativa de colombia.

<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/f9eaf87e-e1b1-43bf-ba82-6e8b4093ab22/content>

Lozano, h. (2009). Factores que afectan la calidad seminal en toros. Revista de medicina veterinaria y zootecnia, 56, 258-272.

Maldonado, je, y perez, cc (2022). Enfermedades infecciosas del ganado bovino diagnosticadas entre 2020 y 2022 en la sierra sur del ecuador. Archivos latinoamericanos de producción animal, 30 (supl. 2), 63-65.

- Marín aguilar, I. I. (2014). Comparación del efecto de la yema de huevo de codorniz, pata y gallina sobre las variables espermáticas de toros antes y después del proceso de crío preservación.
- Matamoros, r., gómez, c., y andaur, m. (2002). Hormonas de utilidad diagnóstica en medicina veterinaria. Archivos de medicina veterinaria, 34(2), 167-182.
- Mendoza montoya, aa (2021). La ultrasonografía como herramienta para la producción animal (tesis de licenciatura, universidad cooperativa de colombia). <https://repositorio.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/bcb396f6-49dd-409a-83ef-dc8949736f71/content>
- Monina, m. I., heritier, j. M., della croce, m. R., galetti, e. J. R., ierace, a. J. M., juan, f. M., olivares, m. D., pechin, g., rossetto, l., vera, o. A., verna, m., y véspoli pucheu, m. V. (2000). Evaluación ultrasonográfica de las gónadas del toro. Ciencia veterinaria facultad de ciencias veterinarias. Unlpam-2000.
- Monina, m. I., heritier, j. M., vera, o. A., della croce, m. R., ierace, a. J. M., galetti, e. J. R., véspoli pucheu, m. V., rossetto, l., y olivares, m. D. (2007). Semiología ultrasonográfica del testículo, epidídimo y cordón espermático en el toro. Revista del colegio de médicos veterinarios de la provincia de santa fe, 24(183), 33-39. Facultad de ciencias veterinarias, universidad nacional de la pampa. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/ecografia_ultrasonido/35-testiculos.pdf
- Neild, d., y miragaya, m. (2015). Diagnóstico y manejo de infecciones reproductivas en el potro. Spermova, 5, 223-228.
- Neira, j., córdoba, s. L., maldonado, j. G., trujillo, l. E., y tobón, j. (2012). Determinación de la edad y peso al inicio de la pubertad en machos de la raza criolla colombiana bon. Agrosavia.

- https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1736/45445_62123.pdf?sequence=1&isallowed=y
- Páez-barón, e. M., y corredor-camargo, e. S. (2014). Evaluación de la aptitud reproductiva del toro. *Ciencia y agricultura*, 11(2), 49-59. Universidad pedagógica y tecnológica de colombia, tunja, colombia. <https://www.redalyc.org/pdf/5600/560058659007.pdf>
- Pizarro, e., restrepo, g., echeverry, j., y rojano, b. (2013). Efecto del plasma seminal sobre el estado redox del semen equino criopreservado. *Revista mvz córdoba*, 18, 3672-3680.
- Restrepo-betancur, g., cantero-nanclares, j. M., y montoya-páez, j. D. (2016). Efecto de la centrifugación sobre la integridad y la funcionalidad de espermatozoides equinos. *Revista bio. Agro*, 14(1), popayán, ene./junio. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=s1692-35612016000100015&script=sci_arttext
- Lopez-rodriguez, a., van soom, a., arsenakis, i., y maes, d. (2017). Boar management and semen handling factors affect the quality of boar extended semen. *Porcine health management*, 3(1), 1-12.
- Salgado, r., vergara, o, y simanca, j. (2008). Relaciones entre peso, condición corporal y producción de leche en vacas del sistema doble propósito. *Revista mvz córdoba*, 13(2), 1360-1364
- Santa cruz, c., huanca, w., condori, r., y ampuero, a. (2014). Uso de macromoléculas sobre la tasa de maduración y desarrollo embrionario in vitro de ovocitos bovinos. *Revista de investigaciones veterinarias del Perú*, 25(4), 487-493.
- Tayupanta, j. E. S., y villafuerte, j. F. P. (2022). Capsulas biodegradables e hidrosolubles como una alternativa de envase del contenido seminal durante el proceso de crio-preservación de semen equino. *Revista recursos naturales producción y sostenibilidad*, 1(1), 19-34.

- Tigse vargas, á. F. (2023). Evaluación de dos diluyentes botucurio® e inra96 mediante crioconservación de células espermáticas en caballos lucitano y árabe en el cantón latacunga (bachelor's thesis, ecuador: latacunga: universidad técnica de cotopaxi, (utc)).
- Tique, v., polo, f., benavides, j., galván, c., maza, l., y mattar, s. (2015). Seroprevalencia de anemia infecciosa equina en los departamentos de córdoba y bolívar, colombia. *Revista de la facultad de ciencias veterinarias*, 56(2), 96-104.
- Torres-león, m. A., y ramírez-porras, r. G. (1999). Enfermedades de los porcinos diagnosticadas en la facultad de medicina veterinaria y zootecnia de la universidad autónoma de yucatán durante los años de 1988 a 1997. *Revista biomédica*, 10(2), 93-101.
- Vejarano, o. A., sanabria, r. D., y trujillo, g. A. (2005). Diagnóstico de la capacidad reproductiva de toros en ganaderías de tres municipios del alto magdalena. *Revista mvz córdoba*, 10(2), 648-662.
- Williams, s. (2013). Eficiencia reproductiva del verraco. *Revista brasileña de producción animal, belo horizonte*, 37(2), 200-206.
- Zuidema d, kerns k, sutovsky p. An exploration of current and perspective semen analysis and sperm selection for livestock artificial insemination. *Animals (basel)*. 2021 dec 15;11(12):3563. Doi: 10.3390/ani11123563. Pmid: 34944339; pmcid: pmc8698075.