

Reproducción pecuaria con criterios agroecológicos

Breve descripción:

La reproducción es la base fundamental en los ciclos productivos, es el pedestal de la economía animal, porque un bajo índice de natalidad genera un retraso económico, pérdida de la rentabilidad y retardo en tiempos productivos. De allí, la gran importancia de la detección de celos para cada especie, el alistamiento de los animales para la monta, el seguimiento del cronograma productivo y reproductivo, el bienestar animal y otras actividades que coordinadamente impulsen la producción pecuaria.

Mayo 2024

Tabla de contenido

Introducción	4
1. Reproducción natural en las especies pecuarias	6
1.1. Características reproductivas de las especies pecuarias.....	6
1.2. Bienestar animal en proceso reproductivo de las especies pecuarias	7
1.3. Anatomía del aparato reproductor de la hembra y el macho	9
1.4. Celo	29
1.5. Mecanismos y herramientas para la detección del celo	31
2. Bioseguridad y manejo de los animales destinados para la reproducción natural.....	35
2.1. Elementos de conducción, sujeción e inmovilización para los animales en reproducción	37
2.2. Principales enfermedades reproductivas por especie animal	39
3. Parámetros reproductivos en las especies pecuarias	46
3.1. Fisiología de la reproducción natural	48
3.2. Definición y descripción del ciclo estral de los animales domésticos	50
3.3. Proceso reproductivo de la monta natural	52
3.4. Cronograma de proceso de monta natural en animales domésticos	58
3.5. Comportamiento reproductivo animal	61

3.6.	Gestación por especie animal	61
3.7.	Aspectos generales del parto y la lactancia en las especies animales	64
3.8.	Evaluación de parámetros reproductivos	67
4.	Inseminación artificial en especies animales	70
4.1	Elementos necesarios para la Inseminación Artificial (IA)	70
4.2.	Métodos y pasos de Inseminación artificial para las especies de producción	72
5.	Procedimientos estandarizados y de seguridad en el trabajo, en la explotación destinada a la reproducción animal	75
5.1.	Definición y aplicación de POE en reproducción natural	78
5.2.	Tipos procedimiento, registros y manejo en reproducción natural	79
5.3.	Buenas prácticas pecuarias en reproducción natural	79
5.4.	Normas de salud y seguridad en el trabajo y medio ambiente, en explotaciones pecuarias dedicadas a la reproducción animal	82
	Síntesis	85
	Material complementario	87
	Referencias bibliográficas	89
	Créditos	92

Introducción

La reproducción es la base para mantener una economía animal perfecta. En virtud del estro y los ciclos reproductores prolongados, la fertilidad alterada conduce a pérdidas de tiempo considerables durante los cuales la producción se reduce o cesa por completo. En el siguiente vídeo, podrá conocer más a este respecto:

Video 1. Reproducción pecuaria con criterios agroecológicos



[Enlace de reproducción del video](#)

Síntesis del video: Reproducción pecuaria con criterios agroecológicos

La reproducción natural en las especies pecuarias, es uno de los ítems más importantes en la producción pecuaria junto con la alimentación nutrición genética y medio ambiente, siendo la reproducción la base clave para que el ciclo productivo no se interrumpa.

Para esto se debe tener en cuenta la especie animal a trabajar, conocimiento de las diferentes características productivas de cada especie, anatomía del aparato reproductor, frecuencia del celo y todos los factores herramientas y mecanismos para así lograr la fecundación de la especie animal a trabajar.

De la misma forma es importante la bioseguridad y manejo de los animales destinados para la reproducción natural, así como también los parámetros reproductivos en cuanto a fisiología ciclo estral de los animales procesos reproductivos de monta natural gestación de especie animal y evaluación de parámetros Productivos.

También se debe aplicar procedimientos estandarizados y de seguridad en el trabajo un proceso lógico y por etapas basado en la mejora continua lo que incluye la política organización planificación aplicación evaluación auditorías y acciones de mejora.

1. Reproducción natural en las especies pecuarias

La reproducción es un proceso por el cual se genera una descendencia de prole, donde intervienen factores fenotípicos y genotípicos para dar las características necesarias de cada especie animal, que requiere de un macho y una hembra para realizar la copula, acto sobre el cual no hay una intervención directa del hombre.

1.1. Características reproductivas de las especies pecuarias

La reproducción natural en las especies pecuarias se genera de una manera sexual, para la cual se requiere de un macho con células sexuales (espermatozoides) y una hembra con células sexuales (óvulos), sin intervención directa del hombre. La actividad reproductiva está caracterizada por una fecundación por parte del espermatozoide al óvulo, la cual genera un proceso de fecundación, embarazo o preñez, y por último, el parto. Después del parto, se da un período de amamantamiento por parte de la madre a la cría, siendo fundamental para el desarrollo de su sistema inmune, así como su desarrollo músculo esquelético; en cuanto a la madre, continúa con su ciclo reproductivo muchas veces durante su vida.

Tanto en el macho como en la hembra, aparecen de manera cíclica las conductas de apareamiento, en un periodo especial en el que los animales presentan características físicas, biológicas, fisiológicas y comportamentales, las cuales determinan las condiciones necesarias para la aceptación por parte de la hembra y el deseo sexual por parte del macho.

1.2. Bienestar animal en proceso reproductivo de las especies pecuarias

El bienestar animal juega un papel muy importante en las diferentes producciones pecuarias, debido a que, si se tiene un animal en condiciones no muy favorables, este no expresará su potencial genético y por ende afectará negativamente la producción pecuaria. Según la OIE (2021), el bienestar animal se define como “el estado físico y mental de un animal en relación con las condiciones en las que vive y muere”; dentro de estas, existen unas condiciones enunciadas en 1965, que a la fecha son derechos de los animales, pero responsabilidades del productor, las cuales son llamadas “las cinco libertades”:

- ✓ Libre de temor y angustia.
- ✓ Libre de manifestar un comportamiento natural.
- ✓ Libre de hambre, sed y desnutrición.
- ✓ Libre de molestias físicas y térmicas.
- ✓ Libre de dolor, lesión y enfermedad.

El bienestar animal puede ser medible con las diferentes características productivas, de acuerdo con las explotaciones pecuarias, porque son características que con una evaluación simple pueden ser identificadas, como se presenta a continuación.

▪ Comportamiento

- ✓ Disminución en la ingesta de alimento.
- ✓ Aumento en la frecuencia cardíaca.
- ✓ Aumento en la respiración (jadeo).
- ✓ Agresividad.

- **Morbilidad**

- ✓ Enfermedad.
- ✓ Cojera.
- ✓ Comprender etiología de la enfermedad.

- **Mortalidad**

- ✓ Análisis causas de muerte.
- ✓ Frecuencia de muerte.
- ✓ Distribución espacio temporal de muerte.

- **Condición corporal**

- ✓ Baja condición corporal.
- ✓ Pérdida de peso significativa.

- **Eficiencia reproductiva**

- ✓ Bajo rendimiento reproductivo.
- ✓ Anestros prolongación intervalos postpartos.
- ✓ Baja tasa de concepción.
- ✓ Alta tasa de abortos.
- ✓ Alta tasa de distocia

1.3. Anatomía del aparato reproductor de la hembra y el macho

Los órganos reproductores y la anatomía entre el macho y la hembra tienen diferencias importantes, que se deben conocer para el establecimiento de producciones pecuarias, como se describe a continuación:

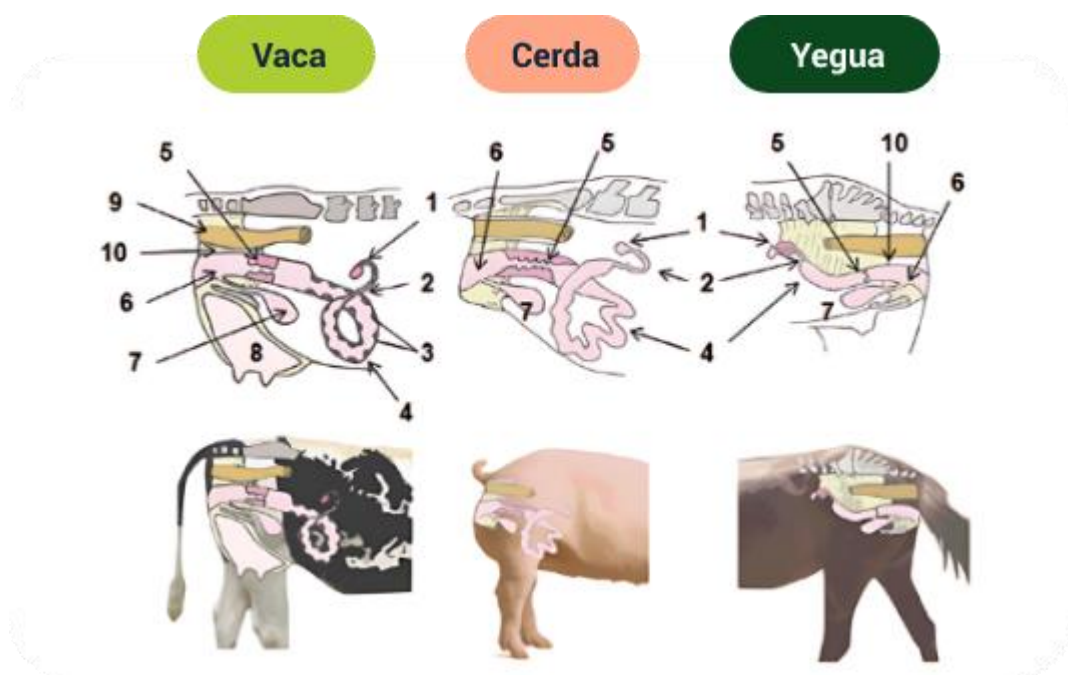
Figura 1. Órganos genitales hembras



El aparato reproductor de las hembras varía, según la especie, en tamaño, forma y, en algunos casos, estructura, pero su anatomía y características anatómicas son las mismas, siendo este un grupo de estructuras tubulares que posee capas, cada una con sus funciones específicas de adentro hacia fuera. Se observa la mucosa, la cual se encarga de la secreción de lubricación y mucus, la submucosa, que dentro de sus funciones está la de sostener la mucosa y llevar toda la irrigación e inervación; se continúa con una capa muscular, la cual ayuda a la producción de contracciones y sostenimiento; y por último se encuentra la serosa, siendo un tejido conectivo y formadores epiteliales.

Un recorrido por los aparatos reproductores de diferentes especies, permitirá conocer un poco más sobre este tema:

Posición anatómica de los órganos reproductivos de las hembras:

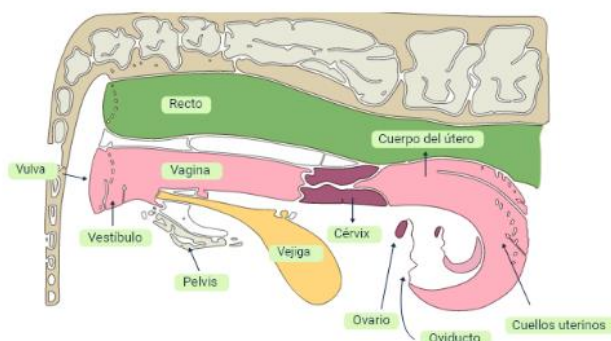


1. Ovario
2. Oviducto
3. Carúnculas
4. Cuernos uterinos
5. Cérvix
6. Vagina
7. Vejiga
8. Glándula mamaria
9. Recto
10. Saco reto genital

Aparato reproductor de la vaca

Aparato reproductor

vaca

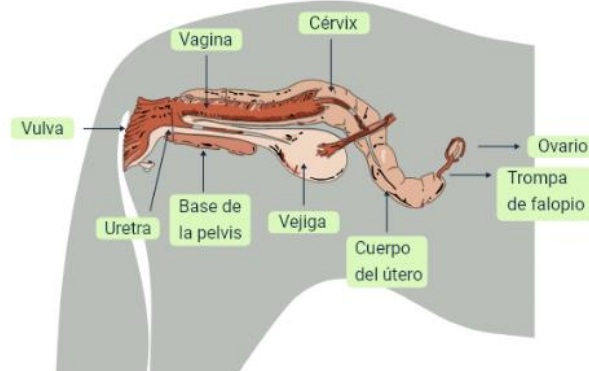


- ✓ Vulva
- ✓ Vestíbulo
- ✓ Vagina
- ✓ Pelvis
- ✓ Vejiga
- ✓ Cérvix
- ✓ Ovario
- ✓ Cuernos uterinos
- ✓ Oviducto
- ✓ Cuerpo del útero
- ✓ Recto

Aparato reproductor de la yegua

Aparato reproductor

yegua

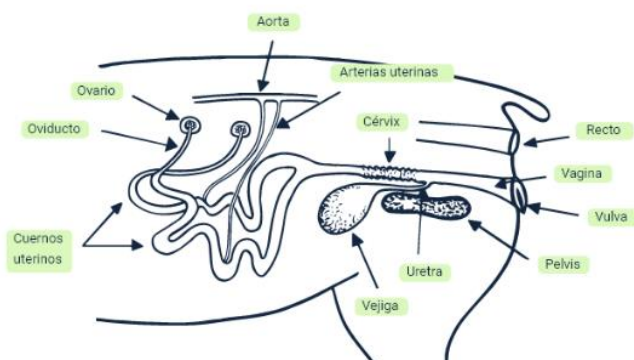


- ✓ Vulva
- ✓ Vagina
- ✓ Uretra
- ✓ Base de la pelvis
- ✓ Cérvix
- ✓ Vejiga
- ✓ Cuerpo del útero
- ✓ Trompa de falopio
- ✓ Ovario

Aparato reproductor de la cerda

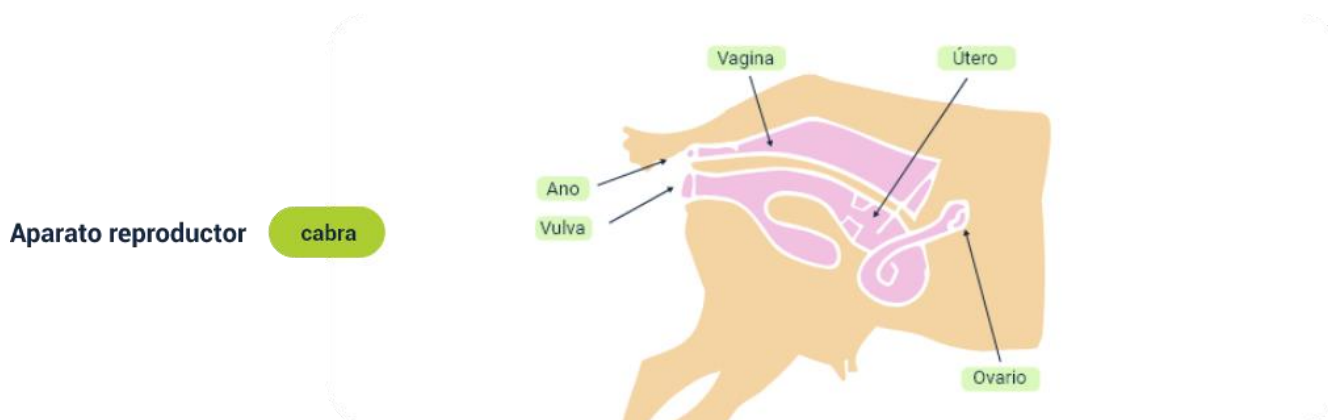
Aparato reproductor de la

cerda



- ✓ Aorta
- ✓ Arterias uterinas
- ✓ Ovario
- ✓ Cérvix|
- ✓ Oviducto
- ✓ Cuernos
- ✓ uterinos
- ✓ Uretra
- ✓ Vejiga
- ✓ Recto
- ✓ Vagina
- ✓ Vulva
- ✓ Pelvis

Aparato reproductor de la cabra



- ✓ Vagina
- ✓ Útero
- ✓ Ano
- ✓ Vulva
- ✓ Ovario

Ovarios

En los ovarios, se producen las células productoras de los gametos femeninos, en este caso, los óvulos, los cuales serán fecundados por los espermatozoides. Dentro de sus funciones principales, se encuentra la intervención en la producción hormonal y el desarrollo de los ovocitos, como se aprecia a continuación.

- **Yegua:** en la imagen observamos ambos ovarios con diferentes fases Foliculares.
- **Cerda:** el ovario de las cerdas es diferente físicamente al resto, ya que tiene su aspecto de mora o racimo de uvas característico.
- **Oveja:** se observa un ovario con diferentes fases foliculares.

Dentro de los ovarios, se pueden encontrar diferentes estructuras, llamadas hallazgos foliculares, las cuales, dependiendo de su grado de madurez o inmadurez, fases del ciclo estral y niveles hormonales, regulan el desarrollo de dichos hallazgos, estos son importantes de conocer, ya que así se puede evaluar la capacidad reproductiva de la hembra, alta o baja tasa de concepción, tiempos de preñez, entre otros factores importantes para el sistema productivo. Dentro de estas estructuras antes mencionadas, se encuentran:

- **Folículos:** un folículo es el lugar donde se llevará a cabo el desarrollo del óvulo, que posteriormente pasará a ser maduro o inmaduro; este folículo libera la hormona estrógeno, la cual prepara al animal para iniciar el proceso de gestación. Cuando los folículos maduran, hay un desprendimiento de un óvulo fértil, listo para ser fecundado. La maduración de los folículos depende del grado folicular en el que estén, se pueden dividir como folículo primario, folículo secundario y folículo de Graaf (folículo maduro). Según la especie animal, depende del número de folículos maduros:

Numero de folículos maduros

- ✓ Equinos 1-2
 - ✓ Ovinos 1-4
 - ✓ Porcinos 10-25
 - ✓ Bovinos 1-2
- **Cuerpo lúteo:** se desarrolla a partir de las células de la teca y de la granulosa, ambos componentes del folículo ovulatorio que alojan al ovocito. "A partir de estas estructuras, se forman células pequeñas y grandes para formar el CL, que produce la hormona progesterona (P4), pero en hembras no gestantes sufre

regresión al finalizar el ciclo estral". (Niswender et al., 1985) (Cortés-Vidauri et al., 2018).

En el ganado bovino, se pueden palpar los diferentes cuerpos lúteos y su desarrollo desde el 4º o 5º día de desarrollo y se palpa un ovario sobresaliente y en ocasiones deforme.

- **Cuerpo hemorrágico:** estructura resultante después de que el folículo maduro genera la ovulación; este deja como resultado un espacio que es conocido como fosa de ovulación, que posteriormente se llenará de componente sanguíneo y tejido, que mediante las palpaciones o ecografías puede ser detectable
- **Cuerpo albicans:** el cuerpo albicans es el resultado de la autólisis de un cuerpo amarillo que no llegó a hacer la luteólisis completa, genera una pequeña cicatriz blanquecina, dándole nombre a esta estructura.

Conozca las otras estructuras que componen el aparato reproductor de la hembra:

- **Oviducto o Trompas de Falopio**

Los oviductos son estructuras pares continuas a los ovarios, los cuales dentro de sus funciones básicas está: el transporte de los gametos sexuales tanto masculino como femenino, lugar donde se realiza la fecundación. Esta estructura anatómica está ligada a dos hormonas femeninas, siendo la progesterona una hormona inhibitoria y el estrógeno una hormona estimulante del oviducto.

El oviducto como estructura anatómica se divide en 3 porciones infundíbulo ámpula e istmo donde el infundíbulo es la porción más cercana a los ovarios la cual

da tránsito y colección de óvulos para pasar el ámpula lugar donde se da la fecundación y por último pasar al istmo que es el lugar más cercano a los cuernos uterinos.

- **Cuernos uterinos**

Estructura bicornual que forma parte del útero de gran importancia, ya que allí se realiza el almacenamiento del esperma. (En las yeguas se presenta el almacenamiento en el canal cervical).

- **Útero**

Estructura conformada por los cuernos uterinos, cuerpo del útero y cérvix. Su función principal es la de alojar el embrión o feto frente a su nutrición, crecimiento y desarrollo. Allí también se genera los procesos de placentación por medio de unas estructuras llamadas carúnculas, estas se fijan a la musculatura del endometrio uniéndose a los cotiledones y por medio de acciones de los estrógenos y progesterona se da el proceso de preñez.

- **Cérvix**

El cérvix es una estructura que genera protección del útero, en algunas especies como el ganado bovino este secreta un mucus con propiedades antibacterianas preparándose para la gestación (estro), cuando la vaca está servida y o gestante este cérvix produce un moco mucho más denso generando un tapón que sella y protege el útero, en caso de generar ruptura de este tapón puede provocar un aborto. En el cérvix encontramos unas estructuras muy características de cada especie que son los anillos cervicales, estos cumplen una función de barrera física para evitar el ingreso de patógenos y elementos extraños.

Cada especie animal tiene un número determinado de anillos cervicales.

Especie animal	Bovino
Características del cérvix	De 3 a 4 años muy prominentes
Especie animal	Bovino

▪ Vagina

Órgano en el cual se realiza la cópula de forma tubular y con gran dilatación, encargada de la recepción del pene del macho y canal de parto, el piso de la vagina es llamado vestíbulo en el cual encontramos estructuras como orificio uretral, glándulas anexas y en la cerda una diferencia que es el divertículo uretral.

▪ Vulva

Dentro de los órganos genitales la vulva es el más externo, siendo la parte más visible y generalmente confundido con la vagina, la vulva cuenta con unos labios vulvares mayores, unos menores y como homologo femenino del pene encontramos al clítoris en la zona ventral.

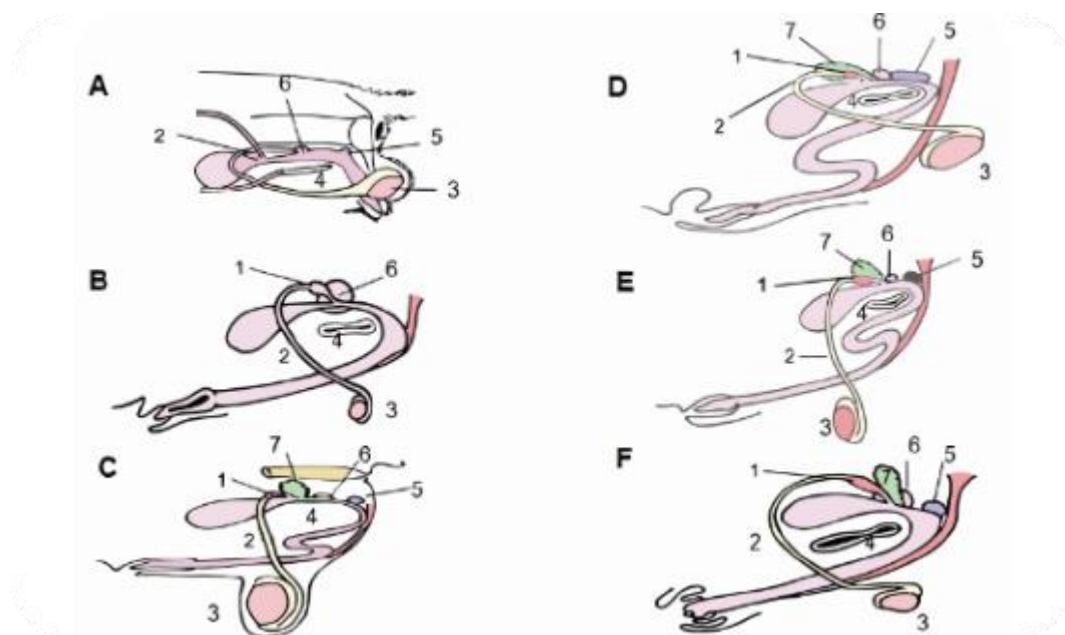
Anatomía del aparato reproductor del macho

El aparato reproductor masculino es un conjunto de estructuras encargadas de la producción de células sexuales masculinas y diferentes hormonas androgénicas, para brindar capacidades reproductivas, físicas y comportamentales propias de un macho.

Los órganos genitales masculinos constan del pene y prepucio, testículos, escroto, conductos deferentes, ampollas deferentes y glándulas accesorias (próstata, glándulas bulbouretrales y vesiculares o vesícula seminal).

A continuación, se aprecia la anatomía de los órganos reproductivos masculinos de las diferentes especies de reproducción para la explotación pecuaria.

Anatomía de los órganos reproductivos del macho de diferentes especies:



A. Gato

B. Perro

C. Carnero

D. Verraco

E. Toro

F. Garañón

1. Arteria testicular

2. Conducto deferente

3. Testículos

4. Sínfisis pélvica

5. Glándulas bulbouretrales

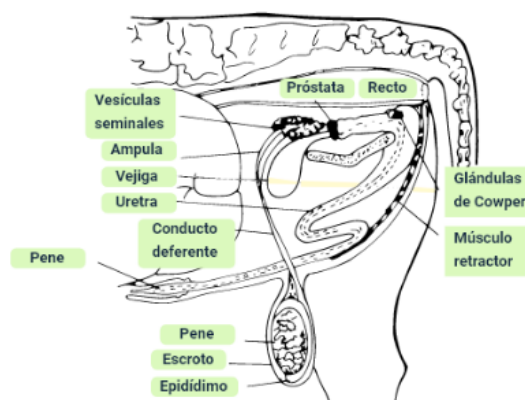
6. Próstata

7. Vesícula seminal

Anatomía del aparato reproductor del macho bovino

Anatomía del aparato reproductor del macho

bovino

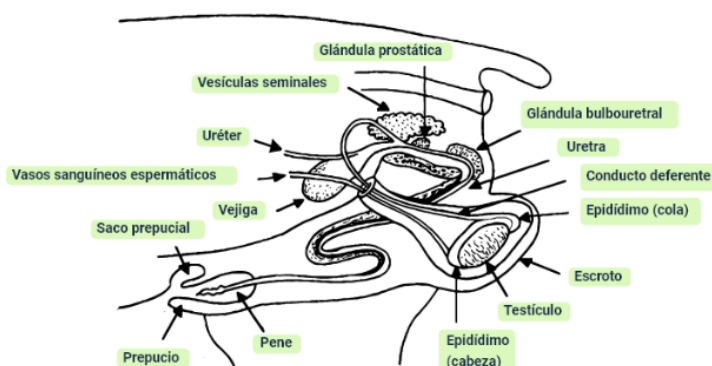


- ✓ Pene
- ✓ Próstata
- ✓ Recto
- ✓ Vesículas
- ✓ seminales
- ✓ Ampulla
- ✓ Vejiga
- ✓ Uretra
- ✓ Conducto
- ✓ deferente
- ✓ Glándulas
- ✓ de Cowper
- ✓ Músculo

- ✓ retractor
- ✓ Pene
- ✓ Escroto
- ✓ Epidídimo

Posición anatómica de los órganos reproductivos machos

Posición anatómica de los órganos reproductivos machos

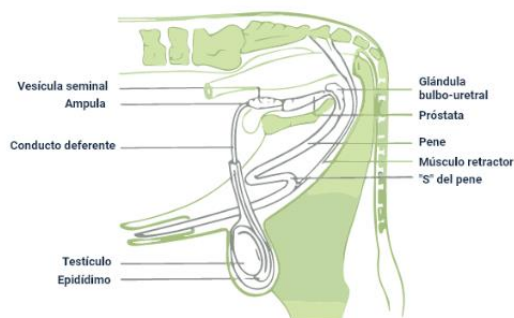


- ✓ Glándula prostática
- ✓ Vesículas seminales
- ✓ Uréter
- ✓ Vasos sanguíneos espermáticos
- ✓ Vejiga
- ✓ Glándula bulbouretral
- ✓ Uretra
- ✓ Conducto deferente
- ✓ Epidídimo (cola)
- ✓ Saco prepucial
- ✓ Escroto
- ✓ Testículo
- ✓ Pene
- ✓ Prepucio

- ✓ Epidídimo (cabeza)

Aparato reproductor masculino la uretra

Aparato reproductor masculino la uretra

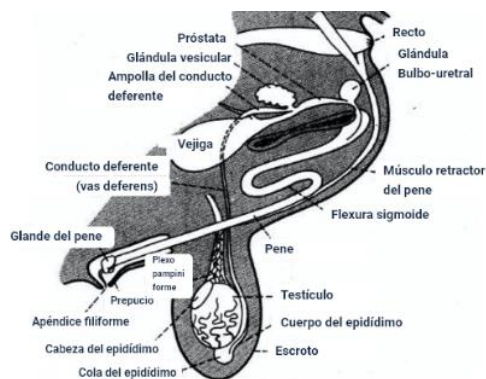


- ✓ Vesícula seminal
- ✓ Ampula
- ✓ Conducto deferente
- ✓ Testículo
- ✓ Epidídimo
- ✓ Glándula
- ✓ bulbo-uretral
- ✓ Próstata
- ✓ Pene
- ✓ Musculo retractor
- ✓ "S del pene

Anatomía del aparato reproductor del macho caprinos

Anatomía del aparato reproductor del macho

caprinos



- ✓ Próstata
- ✓ Glándula vesicular
- ✓ Ampolla del conducto deferente
- ✓ Vejiga
- ✓ Conducto deferente (vas deferens)
- ✓ Glande del pene
- ✓ Pílexo pampini forme
- ✓ Prepucio
- ✓ Apéndice filiforme
- ✓ Cabeza del epidídimo
- ✓ Cola del epidídimo
- ✓ Recto
- ✓ Glándula Bulbo-uretral
- ✓ Músculo retractor del pene
- ✓ Flexura sigmoide
- ✓ Pene
- ✓ Testículo
- ✓ Cuerpo del epidídimo
- ✓ Escroto

Pene

Este órgano es el encargado de realizar el depósito seminal en la hembra y también cumple funciones del sistema urinario para la evacuación de la orina. El pene de los mamíferos está compuesto por dos tipos de musculatura:

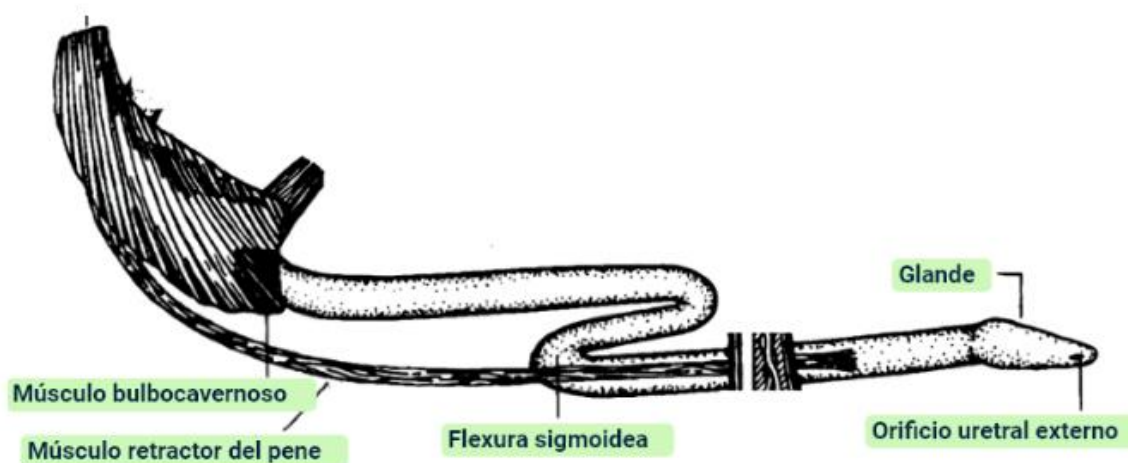
- **Musculatura bulboesponjosa:** se encarga de ayudar en los procesos de erección y evitar la pérdida de la misma, para así asegurar la cópula.
- **Musculatura cavernosa:** la cual, por medio de irrigación sanguínea y llenado, genera la erección, esta musculatura se encuentra en la mayor parte del pene.

La musculatura cavernosa solo se encuentra en los penes de tipo vascular y está ausente en los tipos de penes fibroelásticos, estos poseen un tejido conectivo, que no deja expandir su diámetro, por ende, poseen una flexura sigmoidea, la cual permite acrecentar su tamaño en la erección.

El pene está dividido anatómicamente en 3 secciones: la base, el cuerpo y el glande. Se le invita a conocer el tipo de pene en diferentes especies.

Pene bovino

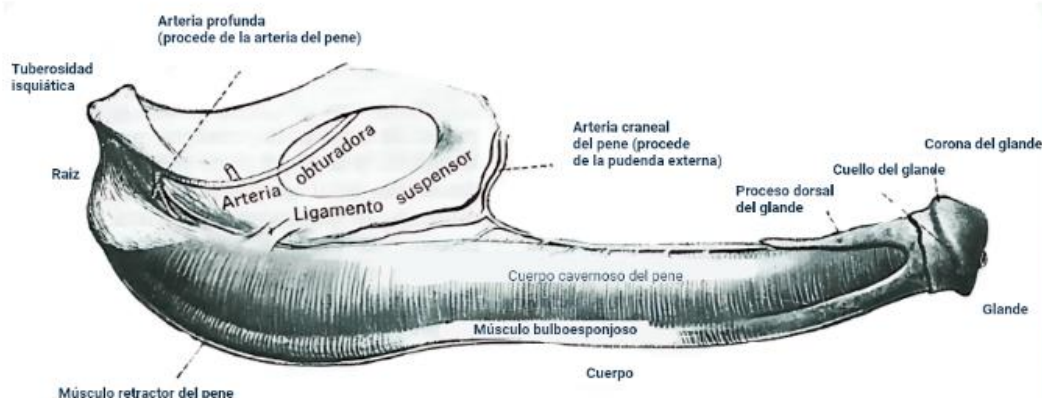
Tipo de pene fibroelástico donde se observa la flexura sigmoidea.



- ✓ Músculo bulbocavernoso
- ✓ Músculo retractor del pene
- ✓ Flexura sigmoidea
- ✓ Glande
- ✓ Orificio uretral externo

Pene equino

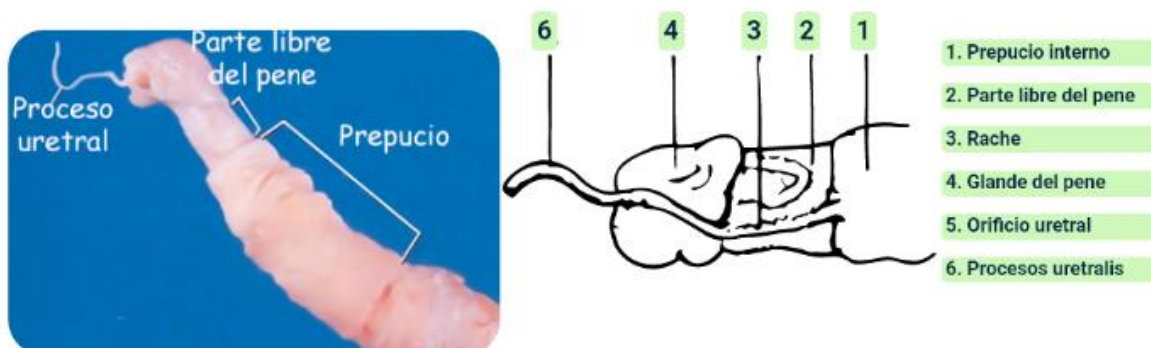
Tipo de pene vascular donde posee ambos tipos de musculatura tanto la bulboesponjosa como la cavernosa se observan estructuras del glande, ligamentos e irrigación.



- ✓ Glande
- ✓ Corona del glande
- ✓ Cuello del glande
- ✓ Proceso dorsal del glande
- ✓ Arteria craneal del pene (procede de la pudenda externa)
- ✓ Arteria profunda (procede de la arteria del pene)
- ✓ Tuberosidad isquiática
- ✓ Raíz
- ✓ Músculo retractor del pene
- ✓ Cuerpo
- ✓ Músculo bulboesponjoso
- ✓ Cuerpo cavernoso del pene
- ✓ Ligamento suspensor
- ✓ Arteria
- ✓ obturadora

Pene de los caprinos

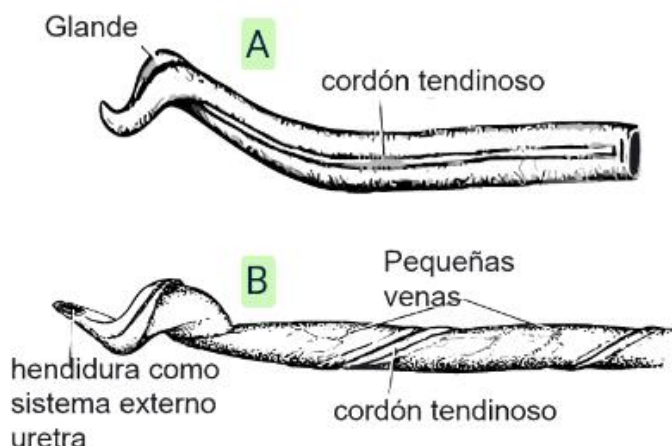
Tipo de pene fibroelástico con su característica flexura sigmoidea y en la porción del glande posee una extensión uretral que en animales jóvenes es de 3cm y adultos 5cm.



1. Prepucio interno
2. Parte libre del pene
3. Rache
4. Glándula del pene
5. Orificio uretral
6. Procesos uretrales

Pene porcino

Tipo de pene fibroso elástico en la imagen A se observa el pene sin erección y en la imagen B se observa con erecta.



A.

- ✓ Glante
- ✓ Cordón tendinoso

B.

- ✓ Hendidura como sistema externo uretra
- ✓ Pequeñas venas
- ✓ Cordón tendinos.

Otras estructuras reproductivas del macho, son:

- ✓ **Prepucio:** órgano encargado de la protección y cobertura del pene cuando no está erecto, está compuesto de una capa piel externa e interna, así como también un orificio prepucial para la salida del pene y la orina. En los equinos, por la gran cantidad de pliegues tiende al acúmulo de esmegma.
- ✓ **Testículos:** los testículos son los órganos encargados de la producción de gametos sexuales masculinos y la producción de la hormona masculina testosterona, dicho órgano dependiendo la especie tiene su posición en los rumiantes,

evidenciamos que son colgantes y pendulantes mientras que en los equinos se encuentran no tan colgantes siendo un poco más horizontales, mientras tanto en los cerdos están más cerca de perineo y un poco más recogidos.

Los testículos poseen estructuras especializadas para la producción y transporte de espermatozoides dentro de las cuales se encuentran los túbulos seminíferos, los cuales son encargados de la producción espermática, después pasan a la rete testis la cual recoge los espermatozoides enviándolos a la cabeza del epidídimo donde allí realizan el proceso de maduración y posterior almacenamiento, en caso de eyaculación el espermatozoide viajaría por el conducto deferente.

- ✓ **Escroto:** el escroto es la estructura encargada de la protección y termorregulación testicular equipado de epitelio, pelos, glándulas sudoríparas, sebáceas y diferentes capas de musculatura, donde vemos músculos de gran importancia para la termorregulación como el músculo cremáster y el dartos.
- ✓ **Glándulas accesorias:** las glándulas accesorias son de gran importancia para la reproducción masculina, ya que son productoras de uno de los componentes más importantes para el transporte espermático como lo es el plasma seminal pues sin este plasma seminal se vería afectada la nutrición, supervivencia y el transporte de los espermatozoides, como funciones complementarias ayuda a la limpieza del canal uretral.

1.4. Celo

El celo, o el estro en las hembras, son cambios morfológicos y fisiológicos que se presentan inicialmente después de que la hembra alcanza la pubertad, y tiene la

capacidad de liberar gametos sexuales (óvulos) para una fecundación. En la hembra, existen cambios comportamentales y físicos característicos del celo, estos son:

Figura 2. Cambios comportamentales y físicos del celo



Aunque estos signos hablan claramente de la presencia del celo, también es importante tener en cuenta la edad del animal y su especie. En las hembras, se encuentran diferentes tipos de presentación del celo, según su periodicidad:

- **Monoéstricas:** perras.
- **Poliéstricas no estacionales:** vacas y cerdas.
- **Poliéstricas estacionales:** yeguas, gatas, cabras y ovejas.

Tenga en cuenta que las poliéstricas se diferencian por el número de celos presentados en el año. ¿Cuánto tiempo dura el celo en la vaca, la oveja, la cerda y la yegua?

- El celo en la vaca tiene un período de 15 a 20 horas y se repetirá a los 21 días en caso de no ser servida o preñada.

- En las ovejas, el celo dura un período de 24 a 36 horas y se repetirá a los 16 días en caso de no ser servida o preñada.
- En las cerdas, el tiempo del celo es mucho más amplio, desde las primeras 8 horas hasta 36 horas, con una repetición del celo cada 21 días en caso de no ser montada.
- La yegua presenta el celo principalmente entre marzo y julio, de forma natural, comprende la temporada natural de cruza; el celo dura entre 5 y 7 días.

1.5. Mecanismos y herramientas para la detección del celo

Estos mecanismos y herramientas utilizados son muy valiosos, dado que la exactitud de esta detección es de suma importancia para el sistema productivo, pues se tiene como objetivo final obtener una buena tasa de concepción y así aumentar o mantener la producción.

La detección del celo puede realizarse por diferentes métodos y utilizando herramientas diferentes, por ende, cada método utilizado requerirá frecuencia de registros diferente, una observación o no, un manejo de animales, previo análisis, conocimiento, y carga de trabajo.

Por esto, es importante conocerlos y así elegir el mejor, que se adecúe a las condiciones de cada explotación, teniendo como base fundamental el éxito reproductivo.

No existe en el mercado ni en el mundo productivo un mecanismo y/o herramienta de detección con un porcentaje del 100 % de efectividad, generalmente, se usan las combinaciones de prácticas y herramientas para tener una mayor probabilidad del éxito en la detección.

Analice los principales mecanismos y herramientas para la detección del celo:

Detección por observación

Dentro de los mecanismos, se tiene el más económico, práctico y rápido, pero requiere experiencia, un ojo entrenado, unos periodos de observación, un tiempo de observación prudente, para aprender a diferenciar puntos clave.

La observación visual es la forma más común de detectar vacas en celo, dado que es la más simple, pero también tiende a ser la más subjetiva y con tendencia al error, aparte de que el comportamiento animal, en ocasiones, tiende a variar, ya que algunos animales muestran ciertas conductas y otros no.

La escala de puntos para el comportamiento estral es:

Tabla 2. Escala de puntos comportamiento astral

Comportamiento	Puntos
Descarga vaginal mucosa	3
Flehmen	3
Fatiga	5
Ser montada pero no quedarse quieta	10
Olfateo de la vulva de otra vaca	10
Descansar con la barbilla sobre otra vaca	15
Monta (o intento) a otras vacas	35

Montar de lado la cabeza de otras vacas	45
Celo con quietud	100

Nota. Tomado de Van Eerdenburg (2009).

En la tabla anterior, Van Eerdenburg muestra unos comportamientos mediante ciertos puntos, los cuales serían como una calificación para la identificación de celo, donde una vaca con 50 puntos o más era positiva para celo, y la aceptación completa de la monta resulta en un 100. Es recomendable realizar observaciones largas, frecuentes y en diferentes horarios del día, ya que los animales no tienen una hora estipulada para mostrar dichas conductas. “Además, dada la tranquilidad y reducción de actividad de la granja durante las horas nocturnas, hay muchas vacas que muestran la sintomatología del celo por la noche” (Arthur et al., 1991).

Mecanismos y herramientas para la detección del celo

- **Animales marcadores:** los animales marcadores son y serán usados, ya que nada mejor que el macho para saber cuándo montar a la hembra, además de esto, realizar un proceso de estímulo hacia la hembra hará que entre mucho más rápido a la madurez cuando hay un macho cerca. Teniendo en cuenta estos animales marcadores o probadores existen varias formas de utilizarlos, ya sea utilizando dispositivos electrónicos de detección de monta o marcadores.

En algunos casos el animal marcador es el mismo reproductor, de la producción y en otros casos se utilizan animales con baja carga espermática o modificados quirúrgicamente (desviados), para no realizar la preñez, marcando

así las vacas en celo, que posteriormente serán llevadas al toro reproductor para realizar la monta. En cerdos es muy común el uso de machos receladores para ver comportamiento de la hembra frente al macho y signos físicos característicos.

- **Dispositivos electrónicos:** dentro de los dispositivos electrónicos encontramos uno muy característico, con un funcionamiento simple, pero útil en el momento de detección de celos, los podómetros, en ganado bovino, son utilizados para medir la cantidad de pasos realizados por un animal, debido a que durante el estro o celo, las vacas aumentan su actividad y tienden a caminar más, este podómetro envía los datos a un computador o celular alertando el aumento de pasos frente a días anteriores, dando así un indicio de posible celo.

Estos dispositivos vienen tanto en collares como en pulseras que se colocan por encima de los corvejones y así guardan y registran la información. Estos dispositivos tienen sus ventajas y desventajas, dentro de las principales desventajas encontramos que no son muy útiles en animales que se encuentran bajo estabulación y /o amarrados.

- **Dispositivos de detección de monta:** existen diferentes tipos de dispositivos para la detección de la monta que generalmente trabajan bajo el sistema de marcar el animal montado debido a la aceptación de la monta, ya sea con cápsulas que cambian de color, aplicación de pintura en la base de la cola o el sacro, y los sistemas electrónicos los cuales se inserta como un microchip en la base de la cola, los toros probadores o toros desviados tendrán un lector del microchip en un cinturón, al momento de realizar la monta este enviara un aviso del número

del microchip al computador o celular del encargado de la producción para así identificar a la hembra montada.

2. Bioseguridad y manejo de los animales destinados para la reproducción natural

La bioseguridad es un componente importante en las producciones pecuarias, porque engloba diferentes componentes, tanto estructurales y físicos de las producciones, como componentes sistémicos de los animales, abarcando desde la distancia entre explotaciones, barreras sanitarias, cercos perimetrales, entre otros; hasta lo más propio de la producción, como la eliminación y prevención de enfermedades, pero siempre teniendo como objetivo principal proteger la salud de los animales en la explotación. La bioseguridad va encaminada a evitar la entrada y/o salida de agentes patógenos, por ende, la importancia de su realización y ejecución en los entes productivos pecuarios.

Las principales medidas de bioseguridad de las granjas son:

- Al introducir material genético o animales, aislar animales nuevos; comprar animales en sitios reconocidos; asegurarse de que el animal se encuentra bajo condiciones óptimas de vacunación, desparasitación; no introducir animales enfermos a la explotación.
- Identificación de entrada de vectores a la producción, ya sea porque está en contacto con otras granjas, plantas de sacrificio, manipuladores de animales.
- Identificación de zonas limpias, zonas sucias, restricción de personal en ciertas zonas, restricción de flujo de personal.

- Delimitación con cercos perimetrales para evitar la entrada de personas o animales, tanto domésticos como silvestres.
- Controlar el ingreso y la salida del personal.
- Control de plagas y roedores.
- Desinfección de vehículos con arco de desinfección, bomba de aspersión.
- Protocolos de limpieza y desinfección de cada área.
- Manejo de mortalidad, desechos y residuos.

Ahora, el uso de reproductores representa un mayor reto hablando bajo condiciones de bioseguridad, debido a que se debe tener un cuidado especial, tanto del macho como de la hembra, con respecto a la limpieza y desinfección de las diferentes áreas destinadas para la reproducción y/o monta. Para disminuir y controlar el riesgo de enfermedades, es importante seguir las siguientes recomendaciones:

Al momento de comprar animales reproductores, es importante solicitar la historia clínica del animal, registros de vacunación, registros de montas, realizar un análisis físico y sanguíneo para descartar cualquier tipo de enfermedad que pueda ser perjudicial para la producción. Realizar una limpieza del órgano reproductor, tanto de la hembra como del macho; importante hacerlo tanto antes como después de la monta.

Es importante darle las condiciones necesarias al semental y al lugar donde se encuentra alojado, y para ello, es trascendental tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Alojamiento del semental:

- Asegurarse de que el área de descanso de los sementales esté limpia.
- Realizar frecuentes cambios de cama.

- Realizar limpieza y desinfección de acuerdo con criterio técnico, teniendo en cuenta los diferentes materiales de la cama, el piso y las paredes.

Semental

- Los cuidados de aseo son importantes para el manejo de reproductores, ello incluye la limpieza del abdomen, el corte de los pelos del prepucio y, en algunas especies, la limpieza del esmegma.
- Se recomienda realizar la limpieza de manera delicada.

Área de monta / toril – brete o apretadero

- Es importante que la hembra sea trasladada al área de monta.
- Limpie y desinfecte antes y después de cada monta (usando agua a presión y objetos que ayuden a la remoción física de partículas, detergente, desinfectante y secado si se puede realizar).
- El piso debe ser ranurado, no debe ser liso para evitar deslizamientos de los animales.

Utensilio

- Almacenamiento de sogas, cabzales, narigueras, bozales, trancas y demás herramientas usadas para esta práctica, procurar que no salgan a áreas diferentes para evitar contaminación

2.1. Elementos de conducción, sujeción e inmovilización para los animales en reproducción

Estos elementos son los encargados de realizar el traslado, la sujeción e inmovilización, y cumplen un papel importante en el manejo animal, facilitando así el trabajo, y lo más importante, sin lastimar al animal.

Los animales reproductores deben tener un proceso de amansamiento y acostumbramiento a estos utensilios para el mejoramiento de su docilidad, es de consideración resaltar que, para una mejor conducción de los animales, los corrales, jaulas, y pesebreras deben crear entre ellas una especie de camino o pasillo, el cual funciona como embudo y guía, evitando que el animal vaya muy suelto, ayudando al manejo y conducción.

Dentro de la sujeción, existen técnicas de sujeción manual y con ayuda de herramientas. Dentro de las manuales, una muy utilizada en ganadería es el uso de sujeción por la cola, muy común en ganadería bovina, en la cual se toma la cola del bovino, ya sea estando en botalón o apretadero, y se ejerce fuerza contraria hacia la parte de la cabeza del animal, con precaución de no ocasionar fractura de la cola. En algunos casos, cuando los animales son dóciles, simplemente, con la ayuda de los corrales o estructuras aledañas en forma de pasillo, se puede realizar la conducción con un simple arreo. Algunas herramientas usadas para la conducción, sujeción e inmovilización son:

- **Narigueras:** aros utilizados para el manejo de animales, los cuales se ubican en las fosas nasales ejerciendo presión y dando así un manejo del animal. Existen narigueras móviles y fijas, ambas cumplen la función de sujeción, conducción e inmovilización, muy común en el manejo de bovinos.
 - ✓ Nariguera fija.
 - ✓ Nariguera manual.
- **Sogas – lazos:** las sogas son esenciales para el manejo de los animales, ya que son versátiles y por medio de ellas se pueden realizar tanto técnicas de sujeción,

como herramientas, puesto que por medio de nudos se pueden hacer bózales, cabezales, amarres, y son esenciales para hacer una conducción, sujeción e inmovilización segura tanto para el operario como para el animal.

- **Cabezales:** los cabezales son las herramientas de conducción animal más comunes en las diferentes producciones tanto en campo como en exposición, ya que son herramientas verdaderamente útiles, sencillas y que al animal no le genera ningún tipo de estrés ni dolor. Requieren de un proceso de amansamiento. Vienen de distintos materiales como sogas, cuero, nailon, y cadenilla.
- **Cepos para monta / apretaderos Toriles de monta:** los cepos para monta, apretaderos son herramientas especiales para ayudar a la inmovilización de la hembra y una fácil monta del macho, asegurando así una monta adecuada y sin riesgo de caídas lesiones, movimientos bruscos.
- **Botalón bramadero:** el botalón o bramadero es una herramienta que se utiliza principalmente para la sujeción de animales, útil en diferentes procedimientos donde se requiera una sujeción rápida y trabajo corto.

Consta de un madero fuertemente fijado al suelo, que puede ser del corte de un árbol con un enraizamiento fuerte o bien el realizado por el hombre, debe estar lo suficientemente clavado al piso para aguantar la fuerza de los animales con los cuales se va a trabajar.

2.2. Principales enfermedades reproductivas por especie animal

Los animales, siendo seres vivos biológicamente activos, están bajo constante riesgo de ser asaltados por diferentes microorganismos que pueden ser causantes de enfermedades, en ocasiones, fatales para el animal.

Los causantes de las enfermedades infecciosas pueden ser de tipo bacteriano, virales, parasitarias y hongos, en dichas enfermedades, es de vital importancia identificar, controlar, supervisar, prever y, en caso dado, curar, siempre teniendo como fundamento la bioseguridad y el concepto de que es mejor “prevenir que curar”.

Dentro de las diferentes especies pecuarias, se encuentra gran variedad de enfermedades, causando aumento en los costos productivos y grandes pérdidas económicas para la producción pecuaria.

Analice algunas de estas enfermedades.

- ✓ **Bovinos:** la brucelosis bovina se produce fundamentalmente por la presencia de la bacteria *Brucella abortus* (Díaz, 2013) esta enfermedad ingresa al organismo por medio de la vía oral ya sea por la ingesta de alimentos, agua contaminada o consumo directo de restos de placentas, restos fetales, secreciones vaginales, y en ocasiones el contacto directo de becerros enfermos, el semen puede ser vía de transmisión de la enfermedad.

La enfermedad es asintomática en vacas no gestantes lo cual al momento se convierten en vectores pasivos de la enfermedad, ya que también deber ser objeto de supervisión y acción. Las hembras afectadas generalmente desarrollan una inflamación placentaria generando abortos entre el quinto y noveno mes de gestación, se presentan signos como la eliminación de mucus vaginal, exudado vaginales con tonalidad y aspecto purulento por la carga de microorganismo bacterianos.

- ✓ **Cerdos:** el ganado porcino doméstico está infectado principalmente por *Brucella suis*, aunque con menor frecuencia puede resultar infectado por *B. abortus* y por *B. melitensis* en regiones en las que la brucelosis es endémica en el ganado bovino o en los pequeños rumiantes (Díaz, 2013). El modo de ingreso es generalmente el mismo enunciado en *B. abortus*, mediante las mucosas: orales, nasales, vaginales y conjuntivales. Los signos clínicos son imperceptibles en animales jóvenes. Se puede presentar en ambos sexos siendo el macho portador asintomático. En las producciones generalmente causan afecciones importantes ya que afecta contundentemente la fertilidad, provocando un alto porcentaje de abortos, aumento en la muerte de recién nacidos, ocasionando infertilidad en hembras y así afectando considerablemente la producción.

- ✓ **Ovejas:** en el ganado ovino la infección de la *brucella melitensis* signos son muy parecidos casi iguales a la *brucella abortus* los factores de fertilidad, aumentando el número de abortos y número de mortinatos, la vía de exposición es la misma por medio de líquidos fetales, contacto con abortos, placentas contaminadas con dicha bacteria, el contacto con hembras o machos portadores de la enfermedad. En las producciones ganaderas ovinas es común compartir pasturas entre rebaños diferentes y posteriormente retornar al corral siendo este un medio de contaminación de rebaños libres de enfermedad. Para el control de la enfermedad es importante seguir las condiciones sanitarias y de bioseguridad estipuladas por el ente regulador y los predios pecuarios ya que este es un trabajo mancomunado entre el ganadero o productor y el cuidado de animales en

condiciones adecuadas para la producción y lograr una rentabilidad y el ente regulador vigilando y supervisando que se realicen bien las actividades.

Su peligrosidad radica en que el humano puede llegar a ser un hospedero accidental, generando una problemática zoonótica.

Es importante la vacunación oportuna de las hembras para evitar un posterior contagio y seguir los lineamientos de bioseguridad de cada producción.

- **Leptospirosis (zoonóticas)**

La leptospirosis es una zoonosis bacteriana de importancia económica en la industria pecuaria, debido a que provoca abortos, mortinatos, infertilidad y disminución en la producción lechera, lo cual genera pérdidas económicas significativas a los productores. (Hernández y Gómez, 2011).

La leptospira es una bacteria con características muy complicadas de identificación, ya que posee más de 7 variantes infecciosas, las cuales tienen un hospedador de mantenimiento, que serían los roedores, y unos hospederos accidentales, predominando la variante hardjo, las diferentes especies pecuarias y los humanos (zoonosis); teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, es importante su control y vigilancia. "La leptospirosis es una enfermedad cuyas manifestaciones clínicas, muy variadas, van desde cuadros subclínicos, abortos, momificaciones y mortalidad al nacimiento, que afecta los ciclos de producción y productividad, hasta provocar complicaciones multiorgánicas que pueden conducir a la muerte. (Hernández y Gómez, 2011).

En las especies pecuarias, la principal forma de ingreso del agente al organismo son las mucosas orales nasales y conjuntivales, así como heridas abiertas y/o no sanadas por completo. Con un periodo de incubación de 3 a 12 días, los signos iniciales de la enfermedad son los característicos de una infección bacteriana común, como fiebre, pérdida de apetito, dificultad respiratoria, pérdida de energía, dolor articular, entre otros. Posteriormente, la bacteria viaja a órganos diana u objetivos, donde verdaderamente provoca un daño mucho más severo, como son los órganos reproductores, pulmones, hígado, riñones, siendo este último órgano importante también para la diseminación de la enfermedad, ya que la leptospira tiene una gran capacidad de supervivencia en la orina y así puede contaminar de manera permanente el medio. De allí la importancia de los roedores en su ciclo de propagación, ya que estos se encuentran en los diferentes hemisferios terrestres.

La implementación de normas y protocolos de bioseguridad juegan un papel importante en el control de la enfermedad, especialmente los programas para el control de plagas y protocolos de limpieza y desinfección.

- **Campylobacter genital (vibriosis)**

Esta enfermedad afecta principalmente al ganado bovino, pero también se puede presentar en pequeños rumiantes. Se caracteriza por la presencia de signos como la infertilidad, repetición de celos y, en ocasiones, abortos; el agente causal generalmente se encuentra en el prepucio de los sementales, transmitiendo de forma venérea por medio de la monta, o puede ingresar al sistema por medio de ingesta de materiales contaminados con dicha bacteria. En las hembras, se presenta una infección uterina, la cual provoca una inflamación severa, con secreciones de moco y pus. Para su control, es importante el uso de semen certificado y, en caso de manejar reproductores para

monta natural, es de valiosa importancia el realizar un cultivo por medio de lavado prepuccial antes de incorporar el semental a la producción y manejar exámenes de rutina para evitar complicaciones.

- **Protozoos (parásitos)**

- Tricomoniasis**

Es una enfermedad producida por un protozoo llamado trichomonas foetus, el cual produce una afección sexual, siendo una enfermedad transmitida por el coito, en la cual los machos son los principales hospederos. Este protozoo tiende a localizarse en las cavidades sin producir ningún signo de enfermedad o lesión, de esta manera, se convierte en un portador asintomático de la enfermedad. Pueden ser afectados tanto el ganado bovino como ocasionalmente los equinos, cerdos y roedores.

En su ciclo de crecimiento y supervivencia, el parásito puede vivir en las secreciones genitales de la hembra de 90 a 190 días, generando una inflamación en la inserción placentaria y provocando abortos y demás problemas reproductivos.

Las hembras parasitadas pueden ser identificadas por la presencia de signos como repetición de celos, disminución en tasa de preñez y abortos.

Como método de diagnóstico, es posible usar los cultivos protozoarios y microscopía. Teniendo en cuenta el comportamiento de dicha patología, es indispensable el control sanitario de los reproductores, sea por inseminación artificial o por monta natural, es primordial el examen genital.

- **Virales**

- Rinotraqueitis infecciosa bovina IBR**

Se caracteriza esencialmente por la aparición de una rinotraqueitis exudativa, que puede afectar los bronquios mayores de los animales infectados. Aunque el aborto es más que una secuela del problema respiratorio, hay reportes de cepas con cierto potencial abortigénico que pueden producir brotes de abortos (Duque et al., 2014). La rinotraqueitis infecciosa posee 2 subtipos, los cuales afectan el organismo de manera diferente, siendo el subtipo 1 el causal de problemas respiratorios y el subtipo 2 el causal de problemas netamente reproductivos.

La contaminación o entrada del virus es principalmente por mecanismos aerógenos, lo que quiere decir que es por ingreso nasal, generando complicaciones respiratorias en primer momento; en algunas ocasiones, se presenta fiebre, pérdida del apetito, que, a la evolución de la enfermedad, presenta un edema vulvar generalizado con presencia de pústulas, úlceras, y secreciones mucopurulentas. Es común los abortos, repeticiones de celos, baja tasa de preñez, entre otros problemas reproductivos. En los machos, se presenta un agrandamiento del pene bajo factores inflamatorios con formación pustular.

Es importante en la producción contar con un sistema de bioseguridad apto para evitar la llegada de la enfermedad. Frente a los animales afectados, se debe hacer un manejo de signos secundarios, porque los procesos víricos dependen de la respuesta inmune del animal.

- **Síndrome reproductivo y respiratorio porcino (PRRS)**

El PRRS se considera una enfermedad endémica, siendo una enfermedad que afecta cerdos en todas sus etapas de crecimiento y desarrollo, con una presentación clínica de dos maneras, la primera es una forma que afecta principalmente los

caracteres reproductivos de las cerdas, mostrando partos prematuros, abortos, nacimientos muertos, momias, lechones débiles que posteriormente, en el predestete, son muy propensos a la muerte. Y la segunda siendo una afección principalmente respiratoria, con una sintomatología de inapetencia, una respiración abdominal acelerada, donde uno de los principales signos es la ausencia de tos; se presenta acumulación de líquidos en párpados, conjuntivitis, pero su principal problema es la inmunosupresión, que desencadena la llegada de bacterias secundarias oportunistas, las cuales complican el cuadro de la enfermedad.

3. Parámetros reproductivos en las especies pecuarias

Los parámetros reproductivos son un conjunto de formas de expresiones e interpretaciones físicas, nutricionales, comportamentales y hormonales, que van desde el crecimiento y desarrollo del animal, su pubertad, manifestación del celo, carga espermática, hasta elementos que son necesarios para el apareamiento, gestación y parto.

Pubertad

Es la edad donde el animal, por primera vez en su vida, presenta cambios físicos y hormonales, los cuales trazan el camino hacia la madurez, para así pasar a ser reproductivamente activo. En las hembras, se dan las primeras ovulaciones, y en los machos, se dan los primeros espermatozoides viables para la fecundación.

Tabla 3. Pubertad en las distintas especies

Machos	Edad (meses)	Hembras	Edad (meses)

Ternero	10-12	Tenera	8-11
Cordero	4-6	Cordera	4-6
Cabrito	4-6	Cabrita	4-6
Potrillo	13-18	Potrilla	15-18
Lechón	3-6	Cerda	4-6

Tabla 4. Madurez sexual en las diferentes especies

Machos	Edad (meses)	Hembras	Edad (meses)
Bovino	12	Bovino	15-18
Ovino	5-6	Ovino	9-16
Caprino	5-6	Caprino	9-16
Equino	12-24	Equino	24-36
Porcino	6-9	Porcino	5-8

Conozca algunos términos importantes a tener en cuenta:

- **Primer servicio:** esta etapa está íntimamente relacionada con la pubertad, ya que es la primera vez que la hembra es fecundada, servida, montada, concebida, lógicamente después de alcanzar la madurez sexual.
- **Primer parto:** el parto es uno de los eventos reproductivos que marcan el inicio productivo y reproductivo de una hembra y es considerado eje de la fertilidad, y está directamente relacionado con la edad de parto.
- **Tasa de concepción:** es la medida porcentual en los diversos servicios realizados para la hembra o para el lote. Es importante para evaluar la capacidad reproductiva de las hembras y la explotación pecuaria.
- **Intervalos tasa de concepción o intervalos entre partos:** es el tiempo que transcurre entre el parto y el tiempo que toma en volver a quedar preñada la hembra, este parámetro es fundamental para evidenciar qué tan precisos son los métodos para la detección del celo.

Los parámetros reproductivos en las especies pecuarias son importantes para la producción, porque, conociéndolos, se aprovechará cada evento reproductivo, tanto del macho como de la hembra, para el beneficio de la explotación.

3.1. Fisiología de la reproducción natural

Dentro de la fisiología de la reproducción, se encuentran diferentes cambios comportamentales, físicos, hormonales, todos estos preparando tanto al macho como a la hembra para la reproducción y la concepción.

Los principales cambios se evidencian en la liberación y acción de las diferentes hormonas, las cuales se empiezan a liberar a partir de la pubertad. Estas hormonas son sustancias químicas secretadas por las diferentes glándulas especializadas, son

transportadas por el torrente sanguíneo, llegando al órgano en el cual cumplirán su función específica.

La hipófisis anterior es una glándula liberadora de las principales hormonas que tienen sus funciones especiales en el desarrollo y formación del feto: - Hormona luteinizante (LH): su principal función es la formación del cuerpo lúteo en el ovario. - Prolactina: ayuda a la formación y bajada de la leche. - Hormona adrenocorticotropa (ACTH): liberación de glucocorticoides (encargados de la regulación de la osmolaridad y el balance metabólico).

En la **hipófisis posterior**, su principal hormona es la oxitocina, la cual ayuda a las diferentes contracciones en el trabajo de parto y también en la bajada de la leche.

El ovario es un órgano esencial para la reproducción, porque en él se producen las principales hormonas y células para la formación y el mantenimiento de la preñez, como son los estrógenos, la progesterona y la relaxina. Estas hormonas cumplen las siguientes funciones:

- **Estrógenos:** son hormonas generalmente femeninas, con funciones como el crecimiento de la glándula mamaria, generar la ovulación, ayudar a la maduración folicular, siendo esta hormona junto con la progesterona las determinantes en los exámenes de detección hormonal, dada su importancia tanto en el celo como en la gestación.
- **Progesterona:** es una hormona sexual encargada de la preparación, manutención y supervivencia del óvulo fértil, ayuda al desarrollo del endometrio para la implantación del embrión, juega un papel importante en la manutención de la preñez y el crecimiento de la glándula mamaria.

- **Relaxina:** es una hormona que, como su nombre lo indica, ayuda a la relajación y distensión de diferentes órganos, como la expansión de la pelvis, la dilatación del cérvix en el momento del trabajo de parto y las diferentes fases de la gestación.

La **corteza adrenal** es una glándula productora de diferentes hormonas, como el cortisol, aldosterona y otros glucocorticoides encargados de la regulación y homeostasis.

Y **el útero**, como órgano en el que se va a alojar el embrión que posteriormente pasará a feto, es un órgano en el cual las prostaglandinas cumplen funciones importantes en la regresión del cuerpo lúteo en el ovario, ayuda en el trabajo de parto en las contracciones y el aumento de la actividad muscular uterina para la expulsión de la cría.

3.2. Definición y descripción del ciclo estral de los animales domésticos

El ciclo estral es como se denomina a los periodos regulares de receptividad sexual, donde la hembra acepta al macho en el momento del celo; es el intervalo entre dos ovulaciones y todas las fases que comprenden dicho periodo o tiempo.

Este periodo está estrechamente relacionado a las cargas hormonales, tanto de estrógeno como de progesterona. Durante el ciclo estral se presentan las siguientes fases:

Tabla 5. Fases y cambios del ciclo estral

Fase folicular proestro	Fase folicular estro o celo	Fase luteínica metaestro	Fase luteínica diestro
-------------------------	-----------------------------	--------------------------	------------------------

<p>Inicia la regresión en el cuerpo lúteo.</p> <p>Crecimiento folicular como consecuencia de la FSH (Hormona Folículo Estimulante).</p> <p>Aumenta el fluido folicular.</p> <p>Ligera tumefacción de la vulva. Cérvix aumenta de tamaño.</p> <p>Empieza secreción de líquidos.</p>	<p>Receptividad sexual.</p> <p>Máximo desarrollo folicular.</p> <p>Aumento de la actividad física.</p> <p>Ocurre la ovulación (excepto en las vacas).</p> <p>Limo claro y viscoso.</p> <p>Tumefacción de la vulva.</p> <p>Tumefacción de los cuernos.</p> <p>Olfatea, monta y se deja montar.</p>	<p>Formación de cuerpo lúteo.</p> <p>Ocurre la ovulación (en vacas).</p> <p>Cesan manifestaciones de celo, tranquilidad sexual.</p> <p>Bajan los niveles de estrógeno.</p> <p>Comienza la producción de progesterona.</p> <p>Disminuye el flujo.</p> <p>Hemorragia por ruptura de vasos sanguíneos.</p>	<p>El cuerpo lúteo completa su desarrollo.</p> <p>El útero se prepara para recibir el embrión.</p> <p>Predominancia del mantenimiento de progesterona.</p>
--	---	---	--

Nota. Tomado de INATEC (2018).

A continuación, se presentan, las fases del ciclo estral:

▪ **Fase folicular**

- ✓ Folículos produciendo estradiol
- ✓ Proestro
- ✓ Estro

▪ **Fase lútea**

- ✓ Diestro
- ✓ Metæstro
- ✓ Cuerpo lúteo en desarrollo
- ✓ Cuerpo lúteo produciendo progesterona
- ✓ Cuerpo lúteo en regresión

En las hembras animales, se encuentran diferentes tipos de presentación del celo:

- **Monoéstricas:** dentro de las monoéstricas, se encuentran las hembras que presentan un solo ciclo, ya que presentan una fase de anestro prolongado, la duración entre ciclos estrales varía entre 6 y 12 meses, por lo que pasan gran parte del año en reposo sexual.
- **Poliéstricas no estacionales:** dentro de las hembras poliéstricas no estacionales, se encuentran las vacas y las cerdas, ya que presentan un gran número de celos durante el año, solo durante la etapa de preñez no se presenta el celo.
- **Poliéstricas estacionales:** esto quiere decir que la temporada reproductiva está limitada a cierta época del año. Se da generalmente en las ovejas, cabras y yeguas, ya que estas especies son de ascendencia europea o de territorios donde las estaciones son marcadas. Estos animales son regulados principalmente por las horas de luz (fotoperiodo) y la glándula pineal.

3.3. Proceso reproductivo de la monta natural

La monta natural es una técnica de reproducción utilizada en las diferentes explotaciones pecuarias en las que se requiere de un macho, previamente seleccionado, que cumple con unas características físicas, nutricionales y comportamentales, en busca de un mejoramiento genético y de producción. La monta natural se puede aplicar al sistema productivo de dos maneras, las cuales pueden tener sus ventajas y desventajas, estas son la monta natural y la monta natural selectiva, como se describe a continuación.

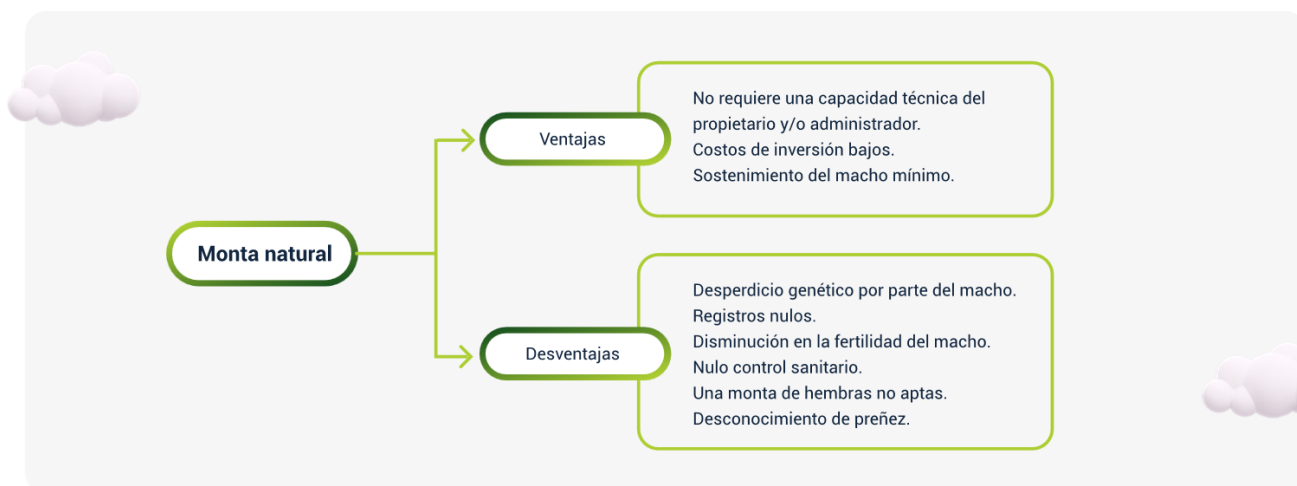
Monta natural

Se da en un proceso en el cual un macho reproductor comparte con las hembras en el potrero, rebaño. La relación macho-hembras depende del sistema productivo y de las características de los animales; se recomienda que sea de esta manera:

- ✓ **En los cerdos:** la relación de macho por hembras es de un verraco por cada 20 o 30 hembras.
- ✓ **Para los bovinos:** la relación bovina de macho por hembras es de 25 hembras por cada macho.
- ✓ **En los ovinos:** la relación varía más o menos de 25 a 40 hembras por macho.
- ✓ **En los equinos:** generalmente, se realiza una monta mucho más selectiva, para la cual se elige el macho con la hembra.

Las ventajas y desventajas de esta monta son:

Figura 3. Ventajas y desventajas de monta natural



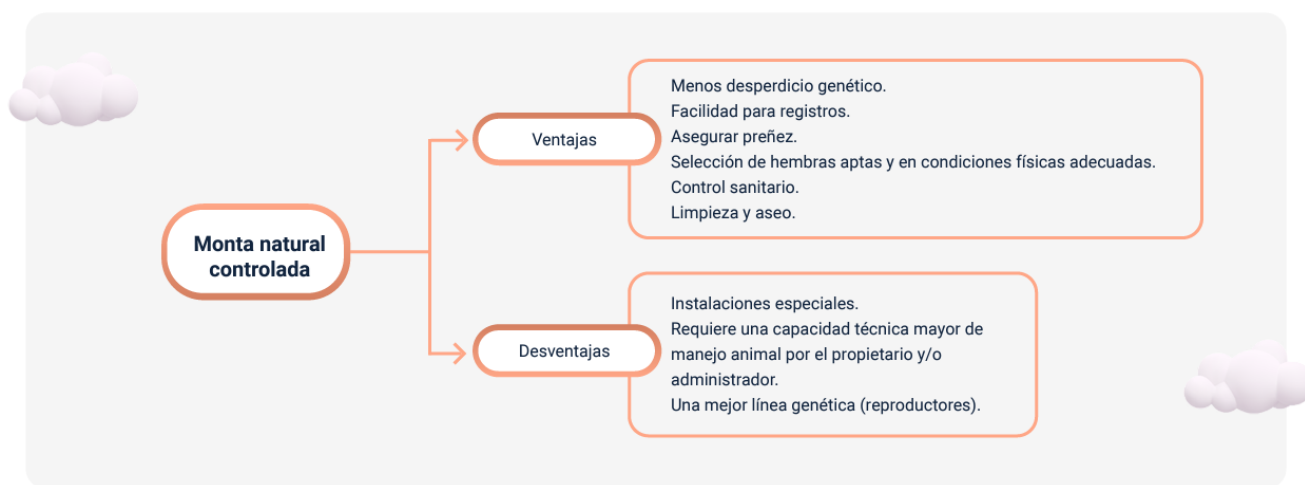
- ✓ **Ventajas:** no requiere una capacidad técnica del propietario y/o administrador. Costos de inversión bajos. Sostenimiento del macho mínimo.
- ✓ **Desventajas:** Desperdicio genético por parte del macho. Registros nulos. Disminución en la fertilidad del macho. Nulo control sanitario. Una monta de hembras no aptas. Desconocimiento de preñez.

Monta natural selectiva

Esta monta es donde el reproductor se encuentra estabulado, enjaulado bajo condiciones controladas de nutrición, limpieza y bajo cuidados especiales para que el reproductor exprese sus capacidades genéticas; las hembras son llevadas al lugar donde se realiza la monta, debidamente identificadas, logrando así controlar que el reproductor verdaderamente monte las hembras que se encuentran en celo, asegurando así un mejor manejo animal y productivo.

Las ventajas y desventajas de esta monta son:

Figura 4. Ventajas y desventajas monta natural selectiva



Ventajas

- ✓ Menos desperdicio genético.
- ✓ Facilidad para registros.
- ✓ Asegurar preñez.
- ✓ Selección de hembras aptas y en condiciones físicas adecuadas.
- ✓ Control sanitario.
- ✓ Limpieza y aseo

Desventajas

- ✓ Instalaciones especiales.
- ✓ Requiere una capacidad técnica mayor de
- ✓ manejo animal por el propietario y/o
- ✓ administrador.
- ✓ Una mejor línea genética (reproductores).

La selección del reproductor para la producción pecuaria es una de las labores fundamentales, porque de él depende la producción futura. Este debe tener condiciones tanto físicas como genéticas y comportamentales específicas.

Generalmente se debe realizar un examen físico general del animal, evaluando su estado de salud completo, descartando enfermedades y malformaciones que puedan poner en riesgo la producción.

Es importante evaluar la condición corporal, la conformación del aparato locomotor, la visión, los dientes, y lo más importante, el conjunto de órganos que interfieren en la reproducción.

Examen del aparato reproductor del macho

- **Pene y prepucio:**

En este se deben observar que todas las estructuras anatómicas se encuentren de manera normal, que no se observe ningún tipo de inflamación, rubor, tejido cicatrizal, la presencia del frenillo. En prepucio se debe evaluar que la abertura prepucial sí esté abierta y permita una salida correcta del pene.

- **Escroto**

La observación escrotal va ligada a sus funciones de protección y termorregulación, teniendo esto en cuenta la evaluación debe realizarse completa y minuciosa, ya que si se llega a alterar puede causar consecuencias en la espermatogénesis, observar que no tengan laceraciones, abrasiones, que su grosor sea adecuado y que posea el pelaje normal.

"La circunferencia escrotal ha demostrado ser una medida confiable para predecir el peso testicular y la producción de espermatozoides en los toros en crecimiento. La producción de espermatozoides es una función directa del tamaño testicular. Esta medida ha sido utilizada además para predecir la producción de espermatozoides, calidad seminal y la fertilidad en toros adultos" (Osorio,2014).

- **Testículos, epidídimo y escroto**

En los testículos se observan y se palpa el tamaño, forma y eje de rotación, seguidamente se inspecciona la cola del epidídimo y como se encuentra este frente a simetría testicular todo bajo cierta suavidad en la palpación para así lograr un examen adecuado sin causar ningún tipo de lesión al animal.

El tono testicular es también evaluado donde se evalúa la consistencia testicular y la elasticidad del mismo.

Donde la consistencia es la resistencia que este ejerce frente a la presión dada por la yema de los dedos y la elasticidad es la suficiencia que tienen los testículos para regresar a su lugar después de la fuerza ejercida.

Para la medición se utilizan diferentes escalas o criterios de medición, los cuales pueden llegar a ser muy subjetivos escala galloway donde 1 fibrosis-nula elasticidad. 2, 3,4 tono normal- buena elasticidad. 5 flaccidez-esponjosidad.

- **Glándulas accesorias**

La palpación de las glándulas accesorias en los machos se realiza de forma rectal donde se evalúa tamaño, posición y normalidad al tacto, dentro de estas se evalúa la próstata, glándulas bulbo uretrales y vesículas seminales.

Luego, se evalúa la aptitud de monta, que es la capacidad comportamental que tiene el macho para montar a la hembra desde la identificación, acercamiento, el Flehmen, el cortejo e inmovilidad por parte de la hembra, la monta, la penetración, y por último, la eyaculación, o en algunos casos, se le nombra como golpe de riñón, el cual es signo inequívoco de eyaculación.

Por último y no menos importante, se evalúa el componente seminal. Inicialmente, de forma macroscópica, observando que el volumen y el aspecto sean normales, que no se vean grumos, que su coloración sea la normal de la especie, normalmente son cremosos grisáceos, que en volumen sea el contenido necesario; para después, microscópicamente, evaluar motilidad, y motilidad masal, la cual comprende la cantidad de espermatozoides móviles; viabilidad, que es la evaluación de espermatozoides vivos y muertos; concentración, que es el número de espermatozoides en un metro cúbico eyaculado; y morfología, que evalúa la proporción de espermatozoides anormales según sus condiciones morfológicas.

Bajo estas condiciones y estándares, se selecciona un buen reproductor, el cual será aprovechado en su potencial genético hasta que este decaiga.

3.4. Cronograma de proceso de monta natural en animales domésticos

Para la realización del cronograma, es importante tener en cuenta todos los registros que se manejan en la producción, y así diseñar y construir calendarios de manejo tanto de la producción como del componente reproductivo, facilitando y priorizando actividades a realizar.

Es importante, al realizar el cronograma, tener en cuenta todos los factores productivos de la finca, condiciones medio ambientales y características de los animales, como: manejo de pasturas, alimentación, temporadas de lluvias, temporadas de calor, los cuales son factores importantes en el ciclo reproductivo y productivo de la explotación.

La elaboración de los cronogramas debe realizarse bajo el concepto de calendarios, en los cuales se especifiquen los meses y actividades a realizar cada mes.

Es muy importante el manejo de libretas de campo, en las que se registran vacas paridas, registros de manejo, montas de animales, pesajes, y así elaborar nuevas actividades y/o verificar las establecidas.

Se deben tener en cuenta todas las fórmulas de cálculos reproductivos y los siguientes datos reproductivos para la evaluación y elaboración del cronograma.

Tabla 6. Datos reproductivos.

Identificación del animal	Nombre y/o número del animal
Raza	Raza predominante en el animal.
Número de partos	Partos concebidos por el animal.
Fecha del parto	Fecha del último parto.
Fecha de celo	Fecha de presencia del celo. Se puede estimar el ciclo estral.
Fecha de monta	Fecha o fechas en las que se realiza la monta.
Confirmación de gestación	Fecha de confirmación de preñez.
Fecha probable del parto	Dependiendo de la especie, número de días de gestación

Fecha de secado	Dependiendo de la especie, número de días de secado.
-----------------	--

Ahora, observe un ejemplo de cronograma de reproducción ganado bovino.

Tabla 7. Ejemplo cronograma reproducción ganado bovino

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Parto	X	X	X	x	X	X	X
Lactancia	X	X	X	x	X	X	X
Cubrición			X				
Gestación				x	X	X	X
Secado							

En el cronograma anterior, se evidencia, en meses, los tiempos de duración de los diferentes estados reproductivos del ganado bovino, donde se evidencia lo siguiente:

- Un periodo de lactancia de 300 días, Un periodo de secado de 60 días.
- Una gestación de 270 días.
- Un periodo de parto con tendencia de un parto al año.
- Fecha en que se realiza la monta dependiendo de la presentación del celo de la vaca y el servicio; una confirmación de preñez, y en caso de estar vacía, repetir monta a los 21 días.

3.5. Comportamiento reproductivo animal

El comportamiento reproductivo animal, en la gran mayoría de animales pecuarios, se presenta de la misma manera, donde las hormonas generan cambios comportamentales, donde la hembra tiene los mayores cambios debido a que se muestra inquieta, nerviosa, se presenta una elevación de la cola constante, búsqueda del macho, y en ocasiones, si se encuentra con él en el potrero, se frota con él, se deja montar por otra hembra o monta otras hembras; dentro de los signos comportamentales más importantes, se ve el reflejo de quietud o una aceptación a los intentos de monta.

3.6. Gestación por especie animal

La gestación es la etapa que va desde la fecundación e implantación del feto, el crecimiento, el desarrollo, hasta el parto. La gestación tiene varios procesos para la formación del embrión, que, durante el paso del tiempo, se transformará en el feto, como se aprecia a continuación.

- **Implantación**

Es cuando el óvulo fertilizado se dirige al útero para hacer el proceso de implantación, donde posteriormente el embrión iniciará su proceso de crecimiento y desarrollo. En la yegua es entre 55-65 días, en la vaca de 33 a 35 y en la oveja es de 12 a 18 días. Posterior a este se da un proceso llamado placentación.

- **Placentación**

Hay una formación de la placenta, la cual realiza diferentes funciones, brindando toda la ayuda necesaria para que el embrión logre sobrevivir, ayudando al intercambio de oxígeno y nutrientes, con funciones

metabólicas para el almacenamiento, excretora, funciones de defensa y ayudando a las funciones endocrinas.

A estas fases se les conoce como periodo embrionario, después de esto se forman las membranas fetales y la vesícula amniótica dando la formación al feto. (INATEC, 2018).

- **Periodo fetal**

Es la etapa donde mayor crecimiento y desarrollo fetal hay, ya que se empiezan a desarrollar los diferentes órganos y funciones, miembros, aparición de pezuñas, cascos, cuernos, entre otras, el periodo fetal se representa más o menos en un porcentaje de gestación del 70% al 80 % en los animales. El desarrollo fetal se caracteriza por el crecimiento del cuerpo y por la maduración y especialización de órganos y sistemas.

Lo más característico es la formación de hueso y médula ósea, como también la diferenciación del aparato reproductor y la formación del surfactante pulmonar (Smok, 2014).

- **Periodo de parto**

Es el momento en el cual nace la cría, previo a este se observa la hembra con comportamientos anormales, se observa inquieta, intranquila, en algunos casos buscando lugares solitarios y algo escondidos, la hembra constantemente talonea el vientre, hasta que se echa y posteriormente comienzan las contracciones para la expulsión de la cría. Durante el periodo de parto hay unos acontecimientos importantes que le suceden a la hembra durante este momento:

- ✓ **Dilatación del cérvix:** Es el momento en el que el parto inicia, el cual por medio de las contracciones uterinas mueve a la cría a la parte cervical, la placenta avanza hacia al cuello uterino logrando una dilatación de este.
- ✓ **Expulsión:** Cuando la cría está a punto de ser expulsada o de dar a luz, el mayor esfuerzo del animal es lograr el paso de la cabeza por el canal de parto, el feto pasa por la pelvis y mediante acciones hormonales esta se separa generando un mayor espacio para que el feto pueda salir, mostrando inicialmente la cabeza posterior a esto las extremidades delanteras y por último la salida del torso y extremidades traseras. No se recomienda asistir el parto halando las extremidades, ya que este generaría un desgarre en la madre, o una posible lesión en la cría.
- ✓ **Expulsión de la placenta:** Se da por el rompimiento de la unión entre cotiledones y carúnculas causado por las contracciones uterinas, esta placenta debe ser expulsada con sus líquidos y restos placentarios, las especies animales tienen tendencia a comerse esos restos sin consecuencias patológicas.

Tabla 8. Tiempos de duración de la gestación en las especies pecuarias

Especie	Duración de la gestación
Vacas	280 días
Yeguas	330 a 345 días
Oveja	150 días

Cerdas	110 a 120 días
--------	----------------

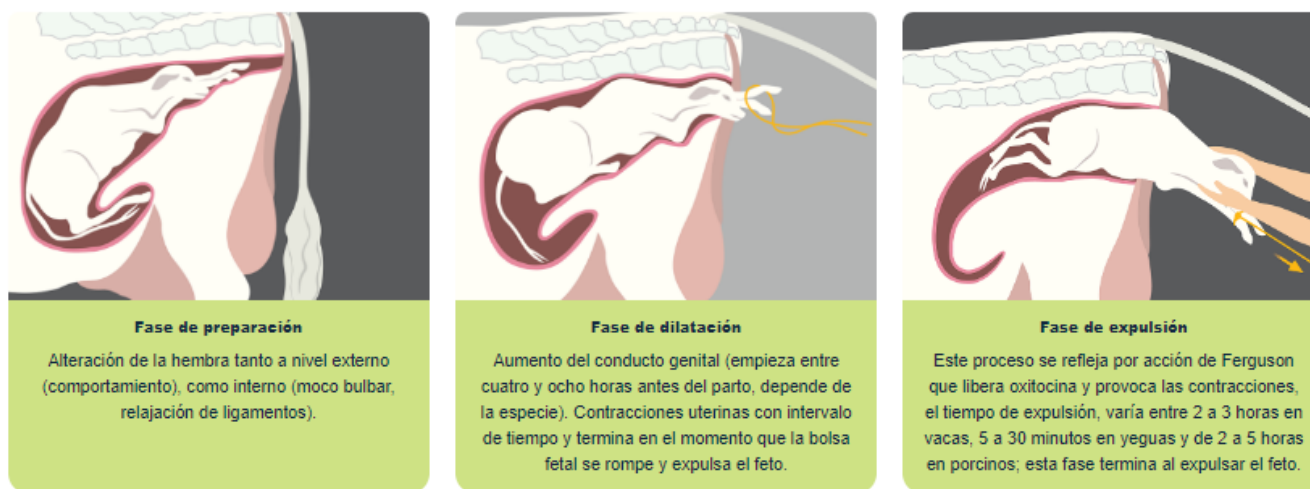
3.7. Aspectos generales del parto y la lactancia en las especies animales

El parto se denomina el proceso por el cual las especies animales expulsan la placenta con la cría o crías, por medio de la intervención de las hormonas; está marcado por algunos signos como:

- ✓ Cambios de comportamiento de la hembra
- ✓ Aumento de líquidos vaginales
- ✓ Dilatación de la vulva

Se debe tener en cuenta que en la mayoría de las especies la posición del feto se ubica descansando sobre el abdomen con las patas anteriores dirigidas hacia la abertura uterina (cérvix), y la cabeza entre ambas; las otras posiciones se determinan como anormales.

Tradicionalmente, el parto se ha dividido en tres etapas y la transición entre ellas se lleva a cabo de forma gradual. Las tres etapas se presentan a continuación:



- **Fase de preparación**

Alteración de la hembra tanto a nivel externo (comportamiento), como interno (moco bulbar, relajación de ligamentos).

- **Fase de dilatación**

Aumento del conducto genital (empieza entre cuatro y ocho horas antes del parto, depende de la especie). Contracciones uterinas con intervalo de tiempo y termina en el momento que la bolsa fetal se rompe y expulsa el feto.

- **Fase de expulsión**

Este proceso se refleja por acción de Ferguson que libera oxitocina y provoca las contracciones, el tiempo de expulsión, varía entre 2 a 3 horas en vacas, 5 a 30 minutos en yeguas y de 2 a 5 horas en porcinos; esta fase termina al expulsar el feto.

La lactación es un proceso que abarca desde el parto hasta el destete, este depende mucho de la especie y el sistema de producción utilizado en este proceso, también intervienen diferentes hormonas como:

- ✓ Hormona de crecimiento
- ✓ Prolactina
- ✓ Esteroides
- ✓ Adrenocorticales
- ✓ Gastrina

- ✓ Estrógeno
- ✓ Progesterona
- ✓ Oxitocina
- ✓ Secretina

La lactación se caracteriza por irrigación de sangre a la glándula mamaria y la contracción de las células mioepiteliales bajo el estímulo de las hormonas mencionadas. La leche formada antes del nacimiento se llama calostro. En este proceso, hay una concentración de varias y esenciales sustancias, incluidos los anticuerpos. Además, debido al tipo de placentación bovina, la transferencia de inmunoglobulinas de la vaca al feto no es significativa. Por lo tanto, la forma en que la madre transfiere las inmunoglobulinas al feto es a través del calostro.

Los recién nacidos deben consumir leche en menos de 24 horas para poder absorber estas inmunoglobulinas por el sistema digestivo. Las principales inmunoglobulinas del calostro son IgA, IgM e IgG. Si el tiempo es mayor, el epitelio intestinal impedirá el paso de estas importantes proteínas y el recién nacido quedará desprotegido.

Cabe señalar que el calostro de la vaca también tiene compuestos como lisozimas, lactoferrina y lacto peroxidasa que tienen efectos antibióticos. El calostro destaca por su alta composición en grasas, vitaminas y proteínas. Por el contrario, su proporción de hidratos de carbono es baja.

La vaca inicia la lactancia con la producción de calostro que durará unos días. Posteriormente, el calostro desaparecerá, dando lugar a la leche común. Es decir, con el paso de los días, la leche irá cambiando en su composición y aspecto.

Alrededor de 3 a 4 semanas después de comenzar a amamantar, la vaca alcanza su punto máximo de producción de leche.

El período de lactancia dura aproximadamente 305 días. Después de este período, la vaca entra en el llamado “período seco” donde la vaca no producirá leche. En el período seco, la ubre se deja descansar y recuperarse, preparándose para el próximo período de producción. Para lograr el período seco, no debe ordeñarse la vaca, lo que inhibe la producción.

3.8. Evaluación de parámetros reproductivos

La evaluación de dichos parámetros es muy importante porque, de esta manera, se evalúa el sistema productivo y se identifican verdaderamente las falencias frente a animales o frente a procesos realizados en estos mismos animales, como se muestra a continuación.

▪ La pubertad (EP)

El inicio de la pubertad es un factor importante, ya que este da el inicio a los diferentes programas de reproducción instaurados en la explotación.

La pubertad y la edad son proporcionales puesto que una hembra que inicie su pubertad a edad temprana más rendimiento productivo tendrá.

La pubertad se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{EP. (Fecha de nacimiento - fecha de pubertad)}{\text{Número de hembras servidas}}$$

▪ **Edad del primer servicio (EPS)**

Es el tiempo que transcurre desde la presentación de la pubertad hasta cuando la hembra es servida por primera vez, un retraso en este parámetro genera tiempos de espera mayores, pérdida de celos y por ende grandes pérdidas económicas y retrasos productivos.

$$\text{EPS: } \frac{\text{Suma de las edades del primer servicio (fecha de servicio – fecha de nacimiento)}}{\text{Número de hembras servidas}}$$

▪ **Servicios por concepción (SC)**

Número de servicios para lograr una gestación y así determinar la capacidad de fertilidad de un individuo o un grupo de individuos. Se tienen que evaluar los porcentajes de concepción de cada especie para así tomar acciones o no.

$$\text{SC: } \frac{\text{suma de los servicios de monta natural realizados en vacas que resultaron preñadas en un periodo}}{\text{Número de vacas confirmadas preñadas durante un periodo}}$$

▪ **Edad del primer parto (EPP)**

Refleja el tiempo que tardó la novilla en alcanzar su madurez, aparearse, desarrollar su primera gestación y reproducirse exitosamente por primera vez (Villamil & Yañez, 2012).

- ✓ **Nota para la ecuación EPP:** para la sumatoria de edades al primer parto ya sea en meses o días, se toma la fecha de parto-fecha de nacimiento de cada hembra parida dentro de un periodo determinado (época, mes, año) y se divide por el número hembras primer parto analizadas en cada periodo (González, 2001).

$$\frac{\text{Edad del primer parto parto (EPP): sumatorias de edades del primer parto en días}}{\text{Número de hembras de primer parto por periodo analizado}}$$

▪ Porcentaje y tasa de concepción (PC)

Capacidad de la hembra a la preñez frente a los diferentes servicios realizados durante un tiempo indeterminado.

$$\frac{PC: \text{número de gestaciones} \times 100}{\text{Número de servicios realizado}}$$

▪ Intervalo parto concepción (IPC) Días abiertos (DA) Días vacíos (DV)

Es el momento que transcurre entre el parto y una nueva preñez, a este se le denomina días abierto o días vacíos en las producciones pecuarias es de gran importancia, ya que entre menos sean los días abiertos para las hembras más rápido será el ciclo de dicha explotación.

$$\frac{IPC: \text{suma total de intervalos entre el parto y concepción en vacas gestantes}}{\text{Número de vacas gestantes}}$$

▪ Formula Servicios por concepción (SC)

- ✓ Intervalos entre partos
- ✓ Es la suma de intervalos entre partos consecutivos.

$$\frac{IPP: \text{suma total de intervalos entre dos partos consecutivos}}{\text{Número de vacas paridas}}$$

4. Inseminación artificial en especies animales

La inseminación artificial (IA) es el proceso de recolectar espermatozoides de un animal macho y depositarlos manualmente en el tracto reproductivo de una hembra. La inseminación artificial se usa comúnmente en lugar del apareamiento natural, debido a los beneficios que se pueden obtener. Estos beneficios incluyen mayor seguridad en los animales y el productor, más eficiencia de producción y mejor genética.

Es un instrumento vital para el mejoramiento genético, en el cual, mediante una pistola de v, se introduce semen dentro del aparato genital de la hembra en celo o manejada bajo protocolos hormonales; se utiliza para disminuir los tiempos y ser más productivos.

En este proceso, el semen se insemina en la hembra colocando una porción de este en forma recolectada o diluida en el cuello uterino o el útero, mediante métodos mecánicos y en las condiciones más higiénicas. Sus experimentos demostraron que el poder fertilizante reside en los espermatozoides y no en la porción líquida del semen.

La inseminación artificial no es simplemente un método novedoso para lograr la fecundación en las hembras. Es una poderosa herramienta empleada principalmente para la mejora del ganado. En la inseminación artificial, el germoplasma de los toros de calidad superior se puede utilizar de manera efectiva en diferentes lugares. Mediante la adopción de la inseminación artificial, habría una reducción considerable de las enfermedades genitales y no genitales en el ganado de la granja.

4.1 Elementos necesarios para la Inseminación Artificial (IA)

El sector ganadero busca mejorar la productividad de carne, leche y rusticidad, por medio de los cruzamientos, lo que ha conllevado al deterioro de las líneas raciales,

repercutiendo en la disminución de calidad y cantidad de producción, e influyendo directamente en la rentabilidad. Actualmente, los adelantos biotecnológicos proponen mejorar los niveles productivos de una empresa ganadera, a partir de la inseminación artificial. en donde se está manejando e introduciendo el mejoramiento genético, prácticas que incrementan el valor productivo y reproductivo de los bovinos, haciendo rentable el negocio ganadero y mejorando la competitividad del sector.

Para realizar una práctica acorde y bajo todos los parámetros técnicos, los elementos básicos utilizados en la inseminación artificial se presentan los siguientes elementos de la inseminación artificial:

- **Tanque de almacenamiento**

Es un tanque criogénico de nitrógeno líquido, su tamaño depende de la cantidad de pajillas que se necesiten almacenar.

- **Pajillas y tijeras o corta pajillas**

Las pajillas contienen el semen y puede ser de 0.25 – 0.5 cc y el corta pajillas se utiliza para un corte adecuado a la pajilla.

- **Toallas de papel**

Cumplen funciones de protección de la pajilla después de retirar del tanque y para limpiar la vulva del animal.

- **Pistola de inseminación artificial**

Se utiliza para poder introducir directamente en el punto blanco de la hembra.

- **Pinzas para la manipulación de la pajilla**

Necesarias para no tener quemaduras al momento de retirar del tanque de nitrógeno.

- **Recipientes para descongelado**

Este recipiente se utiliza para descongelar la pajilla, cuenta con un termómetro.

- **Guantes de palpación desechables**

Necesarios para tener BPM y para evitar cualquier enfermedad zoonótica.

- **Lubricante**

Se utiliza para no causar dolencias o daño en el animal al momento de introducir la mano vía rectal

- **Fundas sanitarias y fundas protectoras**

Utilizadas para no introducir ningún patógeno en la parte interior del aparato reproductor de la hembra.

4.2. Métodos y pasos de Inseminación artificial para las especies de producción

La IA en animales se desarrolló originalmente para controlar la propagación de enfermedades, evitando el transporte de animales con patógenos potenciales a otras unidades animales para el apareamiento e impidiendo el contacto físico entre individuos. El uso de diluyentes de semen que contienen antibióticos también ayudó a prevenir la transmisión de enfermedades bacterianas. Las ventajas y desventajas de la IA son las siguientes:

Ventajas:

- ✓ No se necesita detección de calor.
- ✓ Mejora la eficiencia reproductiva en hatos.
- ✓ Se utiliza en cualquier estado del ciclo estral.
- ✓ Reduce el tiempo entre partos.
- ✓ Induce el estro en vacas con problemas de quistes.
- ✓ Mejora el porcentaje de preñez

Desventajas:

- ✓ Requiere operaciones bien entrenadas y equipo especial.
- ✓ Requiere más tiempo que los servicios naturales.
- ✓ La limpieza inadecuada de los instrumentos y las precarias condiciones higiénicas puede conducir a una menor fertilidad.
- ✓ Si el semen del toro no se analiza adecuadamente, se incrementará la propagación de enfermedades genitales

A partir del avance en la comprensión de la fisiología ovárica en rumiantes en las últimas décadas, ha sido posible el diseño de nuevas estrategias farmacológicas para controlar la reproducción de las hembras. De este modo hoy es posible sincronizar o inducir la ovulación de manera muy precisa, tanto en hembras que están ciclando como aquellas que se encuentran en postparto. Sumado a esto, el grado de sincronización que se logra con estos tratamientos es tal que permite realizar la inseminación a un tiempo predeterminado sin necesidad de detectar el estro, es conocida como Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF). Mediante la IATF entonces es posible superar las dos limitantes principales que históricamente habían representado un obstáculo para la adopción de la inseminación artificial en vacas de cría: el anestro posparto y la detección de celo.

La IATF es una tecnología que mediante el control de la dinámica folicular y del cuerpo lúteo logra inducir o sincronizar la ovulación en un momento conocido, permitiendo inseminar un gran número de animales cada día sin necesidad de detectar el estro.

Los tratamientos farmacológicos para inducir la ovulación requieren la administración de progesterona durante 7 u 8 días; en la actualidad existen diferentes dispositivos intravaginales que contienen este fármaco. El desarrollo de estos dispositivos de silicona representó un avance tecnológico importante en el control de la fisiología ovárica. En la siguiente figura se presenta un ejemplo para el manejo reproductivo en bovinos:

Figura 5. Ejemplo Programas de IATF



Nota. Genética bovina (s.f.). Cómo se hace la IAFTv

La inseminación artificial requiere una inversión considerable, por lo cual se espera que cuando se realice el procedimiento sea exitoso. Lo ideal es que el proceso lo haga un profesional o un técnico experto en el tema, pero se aclara que el encargado de la finca o el mayordomo también lo pueden hacer, siempre y cuando estén muy bien capacitados.

La técnica consiste en la inyección de semen preservado mediante nitrógeno líquido directamente en el útero de la forma más cuidadosa, aséptica y oportuna, para

asegurar una dosis seminal con motilidad y viabilidad suficientes para lograr una concepción.

Los pasos para una inseminación en la hembra bovina se determinan con la elección de la hembra, para ello se requiere que se efectúen los siguientes pasos que se presentan en el siguiente recurso:

- ✓ **Inmovilización**

Inmovilización del animal.

- ✓ **Preparación de instrumentos**

Preparación de todos los instrumentos a utilizar, verificando el registro de la vaca y la pajilla.

- ✓ **Retirar la pajilla del tanque**

Retiro de la pajilla del tanque, tener en cuenta el número de la canastilla, este procedimiento no debe durar más de 5 segundos.

Para concluir se puede decir que la inseminación artificial ha tenido una gran importancia en el mejoramiento genético de los animales, especialmente en el ganado bovino, donde su práctica es un requisito indispensable para los altos requerimientos de producción en un corto período de tiempo.

5. Procedimientos estandarizados y de seguridad en el trabajo, en la explotación destinada a la reproducción animal

Dentro del marco legal colombiano, existen los siguientes procedimientos estandarizados y de seguridad en el trabajo en la explotación destinada a la reproducción animal.

- **Medicina preventiva**

La salud ocupacional es dirigida a los trabajadores mediante supervisión de protección de salud y autocuidado de los empleados, con el fin de tener una prevención de accidentes laborales y riesgos a un deterioro en la salud por una cualidad del trabajo.

En las explotaciones pecuarias, se debe tener especial cuidado en salud ocupacional, debido a que se manejan animales que, en muchas ocasiones, se desconoce su temperamento, excitabilidad, miedos, y el medio ambiente puede influir en el comportamiento animal. Trabajar con animales expone directamente a todos los implicados en la labor, sin embargo, son riesgos y accidentes que se pueden evitar.

Antes del ingreso de nuevo personal a una producción pecuaria, se debe tener en cuenta: realización de exámenes médicos al momento de ingreso y salida del trabajador, teniendo en cuenta los exámenes periódicos durante la actividad.

Se deben hacer constantes capacitaciones en salud ocupacional en el trabajo (riesgos, pausas activas, entre otras), actividades de promoción de la salud, vigilancia epidemiológica.

- **Higiene industrial**

Evaluación de factores ambientales o situaciones generadas en el trabajo que puedan afectar la salud mediante enfermedades zoonóticas y no zoonóticas.

- **Saneamiento ambiental**

Realización de actividades que promuevan el respeto y la utilización consciente de los recursos naturales y su cuidado para una futura disponibilidad de los mismos.

▪ Seguridad industrial

Permite el control de factores de riesgo que puedan afectar la salud del trabajador (accidentes de trabajo).

Ahora, se deben tener en cuenta unos puntos para un manejo adecuado y seguro de los animales:

1. Preparar la zona a donde serán dirigidos los animales para la reproducción; se deben despejar todos los elementos que no correspondan a la actividad y puedan interferir con la labor, alargando más de lo necesario el proceso y generando riesgo para el trabajador.
2. Asegurar que todos los trabajadores involucrados en la actividad tengan la protección personal adecuada y que estos elementos estén en buen estado para su uso.
3. Tener elementos para una posible sujeción del animal y control del mismo, asegurando su bienestar y el del trabajador.
4. En el momento de un parto distócico, contar con elementos como guantes, bisturí y materiales para inmovilización de hembras.
5. Los productos químicos deben estar en el envase original y correctamente conservados y rotulados.
6. Lavado y desinfección de la zona de apareamiento o monta.
7. Lavado y desinfección de manos en los trabajadores, antes y después de la manipulación e interacción con los animales.
8. Se debe contar con una zona amplia y despejada para el proceso de apareamiento, para seguridad del trabajador.

9. Elaborar una ruta de evacuación rápida y segura para el trabajador en el lugar de apareamiento de los animales.

5.1. Definición y aplicación de POE en reproducción natural

Los Procesos Operativos Estandarizados (POE) en una explotación pecuaria garantizan la uniformidad, calidad y consistencia de los procesos ejecutados.

Para la elaboración de actividad de reproducción, se deben estandarizar procesos para garantizar un buen resultado y una buena inocuidad, de manera que no se afecte la reproducción generando abortos y complicaciones durante el periodo de gestación. La realización de POE es requerida para las buenas prácticas de producción (BPP) y normas internacionales como ISO.

Los POE se basan en una secuencia estructurada de procesos para determinada actividad, deben ser completamente aplicables y específicos para cada lugar de operación.

Para las instalaciones pecuarias, se debe llevar un registro real y detallado de procedimientos de saneamiento; son registros que resolverían interrogantes en posibles contratiempos durante los periodos de producción. En monta natural controlada de animales, lo más importante es el proceso de la desinfección de los animales y de las instalaciones, para generar una mayor probabilidad de éxito al momento de ejecutar los procesos. Los objetivos directos del saneamiento son la eliminación de patógenos y polvo y endotoxinas.

5.2. Tipos procedimiento, registros y manejo en reproducción natural

En una producción pecuaria, se deben tener todos los procedimientos escritos y, con base en un proceso estructurado, estos incluirán observaciones extraordinarias de los procesos que no se pueden hacer por diferentes motivos; deben incluir hora y fecha del día de sanitización, productos y cantidades utilizados, con base en el manual de procesos operativos estandarizados en la explotación.

- Realizar anotación precisa y clara del procedimiento ejecutado.
- Realizar todo en el orden definido y con el tiempo adecuado entre cada paso, para evitar una contaminación cruzada.
- Limpieza en seco.
- Limpieza en húmedo.
- Sanitización del sistema de agua (por presencia de biofilm).
- Ingreso controlado de personal a la instalación, antes, durante y después de la desinfección.
- Para la desinfección de animales en la preparación de monta, se debe estandarizar, de igual manera, un proceso para la seguridad reproductiva y física de los animales; se deben tener todos los materiales cerca para agilizar el proceso y evitar contratiempos.
- Depositar correctamente todos los elementos desechables utilizados en proceso de desinfección (gasas, frascos vacíos, guantes, entre otros)

5.3. Buenas prácticas pecuarias en reproducción natural

En el contexto productivo mundial, se busca siempre la implementación de buenas prácticas en la producción primaria, donde entidades como la FAO y OMS brindan principios para el análisis de riesgos y ayudar al lineamiento de las prácticas de

bioseguridad e higiene, guiando así al productor e incentivando a realizar las cosas bien; en eso se traducen las buenas prácticas, en hacer las cosas bien y como son debidas, para evitar enfermedades en los animales, garantizar un producto inocuo, y así alcanzar estándares productivos importantes.

En Colombia, se encuentra como ente regulador y guía al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), el cual, con sus diferentes normativas y decretos, establece diferentes requisitos sanitarios y de inocuidad, para así asegurar un producto final que no sea perjudicial para el consumidor.

- **Sanidad animal**

Enfocada en mantener los animales sanos, mantener la bioseguridad del sistema productivo, prevenir la transmisión de las enfermedades entre los animales, trazabilidad.

- **Bienestar animal y personal**

Animales sanos y productivos, proporcionar un entorno seguro, mejorar la productividad de la mano de obra, personal capacitado, con conocimiento, habilidades y capacidades apropiadas para hacer el trabajo.

- **Plan de saneamiento**

Limitar el potencial impacto de los sistemas productivos sobre el medio ambiente y riesgos a la inocuidad.

- **Buenas prácticas de uso de medicamentos veterinarios y alimentación animal**

Prevenir la presencia de residuos químicos, mantener sanos y productivos a los animales con alimentos de buena calidad, preservar el suministro de agua y los alimentos para los animales libres de contaminantes químicos.

Decreto 1500 de 2007

Mediante el Decreto 1500 de 2007, se estableció el reglamento técnico, a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne y Productos Cárnicos Comestibles destinados para el Consumo Humano, y se fijaron los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación (Ministerio de la Protección Social, 2007), donde su campo de aplicación son “las especies de animales domésticos, como búfalos domésticos, respecto de las cuales su introducción haya sido autorizada al país por el Gobierno Nacional, bovinos, porcinos, caprinos, ovinos, aves de corral, conejos, equinos y otros, cuya carne y productos cárnicos comestibles sean destinados al consumo humano, excepto los productos de la pesca, moluscos y bivalvos” (Ministerio de la Protección Social, 2007).

Decreto 616 de 2006

El presente decreto tiene por objeto establecer el reglamento técnico a través del cual se señalan los requisitos que debe cumplir la leche de animales bovinos, bufalinos y caprinos destinada para el consumo humano, con el fin de proteger la vida, la salud y la seguridad humana y prevenir las prácticas que puedan inducir a error, confusión o engaño a los consumidores (Ministerio de la Protección Social, 2006).

5.4. Normas de salud y seguridad en el trabajo y medio ambiente, en explotaciones pecuarias dedicadas a la reproducción animal

El sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo debe ser implementado por todos los empleadores y consiste en el desarrollo de un proceso lógico y por etapas, basado en la mejora continua, lo cual incluye la política, la organización, la planificación, la aplicación, la evaluación, la auditoría y las acciones de mejora, con el objetivo de anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad y la salud en los espacios laborales (Ministerio del Trabajo, s. f.).

La seguridad laboral abarca el bienestar social, mental y físico de los trabajadores, incluyendo, por tanto, la identificación de posibles riesgos en el lugar de trabajo y la aplicación de medidas adecuadas de prevención y control.

Por disposición del Ministerio del Trabajo, todas las empresas del territorio colombiano deben cumplir mínimamente con esta normatividad:

- **Ley 1010 de 2006**, por medio de la cual se adoptan medidas para prevenir, corregir y sancionar el acoso laboral y otros hostigamientos en el marco de las relaciones de trabajo.
- **Código Sustantivo del Trabajo (1951)**, regulación de relaciones laborales.
- **Resolución 1401 de 2007**, por la cual se reglamenta la investigación de incidentes y accidentes de trabajo.
- **Resolución 2346 de 2007**, por la cual se regula la práctica de evaluaciones médicas ocupacionales y el manejo y contenido de las historias clínicas ocupacionales.

- **Resolución 2646 de 2008**, por la cual se establecen disposiciones y se definen responsabilidades para la identificación, evaluación, prevención, intervención y monitoreo permanente de la exposición a factores de riesgo psicosocial en el trabajo y para la determinación del origen de estas.
- **Resolución 0312 de 2019**, por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST.
- **Decreto 1072 de 2015**, Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo.
- **Resolución 1409 de 2012**, por la cual se establece el reglamento de seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas.
- **Decreto-Ley 1295 de 1994**, por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales.
- **Resolución 1792 de 1990**, por la cual se adoptan valores límites permisibles para la exposición ocupacional al ruido.
- **Resolución 2013 de 1986**, por la cual se reglamenta la organización y funcionamiento de los Comités de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial en los lugares de trabajo.
- **Resolución 2400 de 1979**, por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.

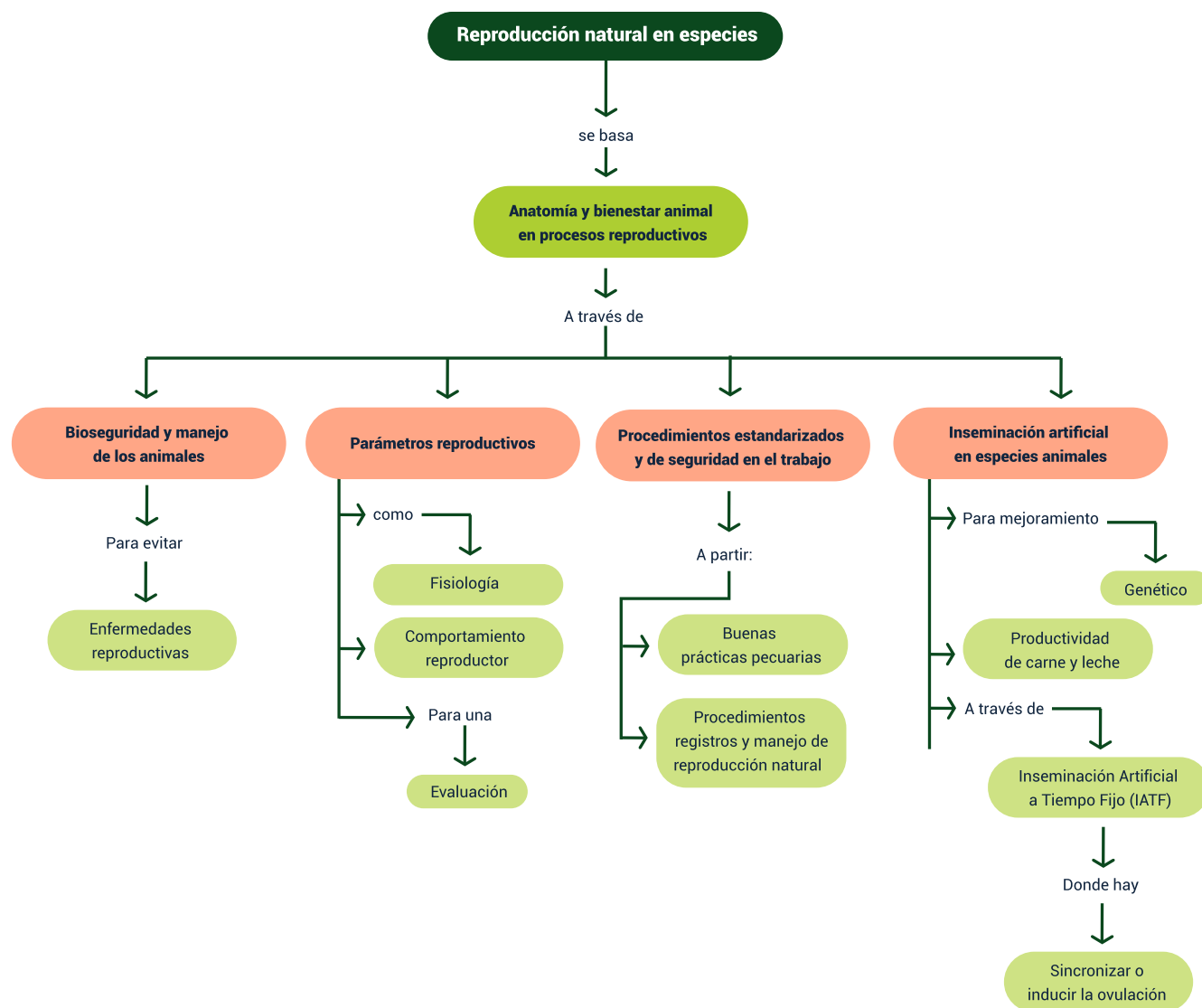
La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la salud como un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. Según la Guía Técnica Colombiana GTC 45/2012, en las empresas, los empleados se encuentran expuestos a diferentes riesgos, como biológicos, físicos, químicos, psicosociales, biomecánicos, relacionados con las condiciones de seguridad, y por desastres naturales.

Algunos riesgos son:

- **Biológicos:** son de alta preocupación por la posible presencia o desarrollo de enfermedades zoonóticas.
- **Físicos:** en el caso del manejo de animales que son impredecibles en su comportamiento; además de los objetos de manipulación para animales que requieren una manipulación adecuada para evitar accidentes; instalaciones con poca infraestructura segura para los trabajadores; ruidos que puedan afectar el nivel de audición.
- **Químicos:** cuando se manipulan medicamentos, desinfectantes, vapores, entre otros.
- **Psicosociales:** están directamente relacionados con las características de la empresa, las características del grupo social de trabajo que conforma la empresa, las condiciones de las tareas y labores, la interfaz persona-tarea y la jornada de trabajo.
- **Biomecánicos:** por labores que generan movimientos cotidianos repetitivos.

Síntesis

A continuación, se presenta un mapa conceptual que sintetiza el componente formativo.



Glosario

Anatomía: ciencia que estudia la estructura del cuerpo y los diferentes órganos.

Bienestar animal: necesidades básicas de los animales y la manera en que los individuos se enfrentan al medio.

Ciclo: fases o estados por los que pasa un acontecimiento y que suceden en el mismo orden.

Comportamiento: conjunto de respuestas o reacciones que tienen los seres vivos con relación al medio en que se encuentran.

Concepción: es la unión del espermatozoide y el óvulo, siendo este último fertilizado.

Cubrición: es el proceso donde el macho fecunda a la hembra cubriéndola.

Dilatación: aumento de longitud o superficie.

Gestación: periodo comprendido entre la concepción y el nacimiento.

Higiene: limpieza y/o aseo para conservar la salud o lugares limpios.

Medicina preventiva: la unión de prácticas médicas para evitar la enfermedad.

Mucus: sustancia espesa y viscosa que recubre y humedece ciertas partes.

Natalidad: número de crías nacidas en un periodo determinado.

Placenta: masa esponjosa, adherida al útero, y a través de la cual se establece el intercambio de oxígeno y sustancias nutritivas entre la madre y el embrión.

Reproductores: animales que están destinados solo a la reproducción.

Secado: periodo entre dos lactaciones donde la ubre descansa y se regenera para la siguiente lactación.

Semen: líquido corporal que lleva los espermatozoides.

Unidad pecuaria: es el terreno aprovechado total o parcialmente para la producción pecuaria.

Material complementario

Tema	Referencia	Tipo de material	Enlace del recurso
1.2 Bienestar animal de las especies pecuarias	Organización Mundial de Sanidad Animal [OIE]. (s. f.). Código sanitario para los animales terrestres.	Página web	https://www.woah.org/es/que-hacemos/normas/codigos-y-manuales/acceso-en-linea-al-codigo-terrestre/?id=169&L=1&htmfile=titre_1.7.htm
1.3 Anatomía del aparato reproductor del macho y de la hembra	Porras, A. y Páramo, R. (2009). Manual de prácticas de reproducción animal. Universidad Nacional Autónoma de México.	PDF	https://fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/manuales_2013/Manual%20de%20Practicas%20de%20Reproduccion%20Animal.pdf
1.5 Mecanismos y herramientas para la detección del celo	Celotor – Detector de Celo Bovino. (2014). CELOTOR – Video de presentación [Video] . YouTube.	Video	https://youtu.be/PSAgVV0XdH0
	Pueyo, D. (2017). Efectividad de los cuatro métodos para la detección de celo en vacuno de carne. Universidad Zaragoza.	PDF	https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/3955/1/2017_493.pdf
2. Bioseguridad y manejo de los animales destinados para la reproducción natural	PIC North América. (2018). Manual de manejo para centros de sementales de PIC.	PDF	https://www.pic.com/wp-content/uploads/sites/3/2018/10/Boar-Stud-Management-Guidelines-Spanish.pdf
2.2 Principales enfermedades	Alfonso, H. (2018). Enfermedades de la	PDF	https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.124

reproductivas por especie animal	reproducción bovina endémicas de Colombia. Universidad Cooperativa de Colombia.		94/12389/1/2018_enfermedades_reproduccion_bovina.pdf
	TvAgro. (2015). Enfermedades Reproductivas en el Hato Ganadero - TvAgro por Juan Gonzalo Angel [Video] . YouTube.	VIDEO	https://www.youtube.com/watch?v=nUgDS7APBmA
3. Parámetros reproductivos en las especies pecuarias	Bustillo, J. y Melo, J. (2020). Parámetros reproductivos y eficiencia reproductiva en ganado bovino. Universidad Cooperativa de Colombia.	PDF	https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/17465/1/2020_parametros_reproductivos_eficiencia.pdf
3.4 Cronograma de proceso de monta natural en animales domésticos	García, T. (2017). Manejo de registros para bovinos en el sistema de producción de doble propósito. Ganaderia.com.	Artículo	https://www.ganaderia.com/destacado/Manejo-de-registros-para-bovinos-en-el-sistema-de-produccion-de-doble-proposito
3.6 Gestación por especie animal	Smok, C., Roa, I., y Rojas, M. (2014). Desarrollo fetal en mamíferos. Int. J. Med. Surg. Sci, 1(2), p . 139-145.	PDF	https://www.researchgate.net/publication/265162066_Development_Fetal_in_Mamiferos
4. Procedimientos estandarizados y de seguridad y salud en el trabajo en la explotación destinada a la reproducción animal	Ministerio del Trabajo. (s. f.). Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. Gov.co.	Página web	https://ecoredsena-atlantico.github.io/722103_Cf17_GESTION_SISTEMAS_AGROECOLOGICOS/#/complementario:~:text=Trabajo.%20Gov.co.,P%C3%A1gina%20web,-Regresar

Referencias bibliográficas

Arthur, G., Noakes, D. y Pearson, h. (1991). Reproducción y obstetricia en veterinaria. Mcgraw-Hill interamericana.

Cortés-Vidauri, Z., Aréchiga-Flores, C., Rincón-Delgado, M., Rochín, Berumen, F., López-Carlos, M. y Flores-Flores, g. (2018). Revisión: el ciclo reproductivo de la yegua. Gabanico veterinario, 8(3), p. 14-41. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2018.83.1>

Cruz, M., Mogollón, J., Rincón, M., Peña, N., Ruiz, S. y Lora, A. (2006). P revalencia serológica del síndrome reproductivo y respiratorio porcino (PRRS) en cerdos de explotaciones extensivas de Colombia. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, 53(1), p. 33-41.

<https://www.redalyc.org/pdf/4076/407639211004.pdf>

Decreto 1500 de 2007. [Ministerio de la Protección Social]. Por el cual se establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos Destinados para el Consumo Humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación. Mayo 4 de 2007.

<https://corponarino.gov.co/expedientes/juridica/2007decreto1500.pdf>

Díaz, E. (2013). Epidemiología de la brucelosis causada por *Brucella melitensis*, *Brucella suis* y *Brucella abortus* en animales domésticos. Rev. s ci. t ech Off. i nt. Epiz., 32(1), p. 43-51.

<https://doc.oie.int/dyn/portal/digidoc.xhtml?statelessToken=37UYETiZiNqrbxW7J-QTI77lyTJR-9DIWT4NOy3zYDo=&actionMethod=dyn%2Fportal%2Fdigidoc.xhtml%3AdownloadAttachment.openStateless>

García, D. y González, C. (2009). Manejo de las novillas de reemplazo. Fundación GIRARZ.

https://www.researchgate.net/publication/260870113_Edad_al_primer_servicio_y_primer_parto_de_novillas_Doble_PropositoG

Hernández, P. y Gómez, A. (2011) Leptospirosis: una zoonosis que afecta a la salud pública y la producción pecuaria. Revista Ciencia Animal, 1 (4), p. 15-23.

<https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1032&context=ca>

Instituto Nacional Tecnológico [INATEC]. (2018). Manejo productivo y reproductivo en bovinos, ovinos, caprinos y equinos.

https://www.tecnacional.edu.ni/media/Manual_Bovino_y_Caprino_opt.pdf

Ministerio de la Protección Social. 2006. Por el cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendia, importe o exporte en el país. Febrero 28 de 2006. <https://www.ica.gov.co/getattachment/15425e0f-81fb-4111-b215-63e61e9e9130/2006d616.aspx>

Ministerio del Trabajo. (s. f.). Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. Gov.co. <https://www.mintrabajo.gov.co/relaciones-laborales/riesgos-laborales/sistema-de-gestion-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo>

Niswender, G., Schwall, R. , Fitz, T. , Farin, C. y Sawyer, H . (1985). Regulation of luteal function in domestic ruminants: New concepts. Proceedings of the 1984 Laurentian Hormone Conference, 41, p. 101-151. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-571141-8.50007-X>

Pérez, J., Chacón, L., Otero, R., Cardona, J. y Andrade, F. (2014). Relación entre la circunferencia escrotal, el crecimiento testicular y parámetros de calidad de semen en toros de raza Guzerat, desde la pubertad hasta los 36 meses de edad. Revista de Medicina Veterinaria, (27), p. 73-87.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n27/n27a07.pdf>

Van Eerdenburg, F. (2009). Detección de celo en vacas lecheras: Cómo vencer al toro. XXXVII Jornadas Uruguayas de Buiatría.
<https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/handle/123456789/94>

Créditos

Nombre	Cargo	Regional y Centro de Formación
Milady Tatiana Villamil Castellanos	Líder del Ecosistema	Dirección General
Miguel de Jesús Paredes Maestre	Responsable de línea de producción	Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial Sabanalarga - Regional Atlántico
Rafael Neftalí Lizcano Reyes	Responsable de Desarrollo Curricular	Centro Industrial del Diseño y la Manufactura Regional Santander
Diana Julieth Núñez Ortégón	Experta Temática	Centro de Comercio y Servicio - Regional Tolima
Paola Alexandra Moya Peralta	Diseñadora instruccional	Centro de la Industria, la Empresa y los Servicios - Regional Norte de Santander
Carolina Coca Salazar	Asesora Metodológica	Centro de Diseño y Metrología - Distrito Capital
Sandra Patricia Hoyos Sepúlveda	Corrector de estilo	Centro de Diseño y Metrología - Distrito Capital
Nelson Vera	Producción audiovisual	Centro Para El Desarrollo Agroecológico Y Agroindustrial Sabanalarga - Regional Atlántico
Alexander acosta	Producción audiovisual	Centro Para El Desarrollo Agroecológico Y Agroindustrial Sabanalarga - Regional Atlántico
Carmen Martínez	Producción audiovisual	Centro Para El Desarrollo Agroecológico Y Agroindustrial Sabanalarga - Regional Atlántico

Nombre	Cargo	Regional y Centro de Formación
Jorge Leonardo Camacho	Desarrollo Fullstack	Centro Para El Desarrollo Agroecológico Y Agroindustrial Sabanalarga - Regional Atlántico
Carmen Martínez	Diseño de contenidos digitales	Centro Para El Desarrollo Agroecológico Y Agroindustrial Sabanalarga - Regional Atlántico
Fabian Cuartas	Validación de diseño y contenido	Centro Para El Desarrollo Agroecológico Y Agroindustrial Sabanalarga - Regional Atlántico
Gilberto Herrera	Validación de diseño y contenido	Centro Para El Desarrollo Agroecológico Y Agroindustrial Sabanalarga - Regional Atlántico
Carolina Coca Salazar	Evaluador para contenidos inclusivos y accesibles	Centro Para El Desarrollo Agroecológico Y Agroindustrial Sabanalarga - Regional Atlántico
Luz Karime Amaya	Evaluador para contenidos inclusivos y accesibles	Centro Para El Desarrollo Agroecológico Y Agroindustrial Sabanalarga - Regional Atlántico
Jairo Valencia Ebrat	Validación de recursos digitales	Centro Para El Desarrollo Agroecológico Y Agroindustrial Sabanalarga - Regional Atlántico