

UDS

LIBRO

FISIOLOGIA DE LA REPRODUCCION I

LICENCIATURA MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

CUATRIMESTRE 3

Marco Estratégico de Referencia

ANTECEDENTES HISTORICOS

Nuestra Universidad tiene sus antecedentes de formación en el año de 1979 con el inicio de actividades de la normal de educadoras “Edgar Robledo Santiago”, que en su momento marcó un nuevo rumbo para la educación de Comitán y del estado de Chiapas. Nuestra escuela fue fundada por el Profesor de Primaria Manuel Albores Salazar con la idea de traer Educación a Comitán, ya que esto representaba una forma de apoyar a muchas familias de la región para que siguieran estudiando.

En el año 1984 inicia actividades el CBTiS Moctezuma Ilhuicamina, que fue el primer bachillerato tecnológico particular del estado de Chiapas, manteniendo con esto la visión en grande de traer Educación a nuestro municipio, esta institución fue creada para que la gente que trabajaba por la mañana tuviera la opción de estudiar por las tardes.

La Maestra Martha Ruth Alcázar Mellanes es la madre de los tres integrantes de la familia Albores Alcázar que se fueron integrando poco a poco a la escuela formada por su padre, el Profesor Manuel Albores Salazar; Víctor Manuel Albores Alcázar en septiembre de 1996 como chofer de transporte escolar, Karla Fabiola Albores Alcázar se integró como Profesora en 1998, Martha Patricia Albores Alcázar en el departamento de finanzas en 1999.

En el año 2002, Víctor Manuel Albores Alcázar formó el Grupo Educativo Albores Alcázar S.C. para darle un nuevo rumbo y sentido empresarial al negocio familiar y en el año 2004 funda la Universidad Del Sureste.

La formación de nuestra Universidad se da principalmente porque en Comitán y en toda la región no existía una verdadera oferta Educativa, por lo que se veía urgente la creación de una institución de Educación superior, pero que estuviera a la altura de las exigencias de los jóvenes que tenían intención de seguir estudiando o de los profesionistas para seguir preparándose a través de estudios de posgrado.

Nuestra Universidad inició sus actividades el 18 de agosto del 2004 en las instalaciones de la 4ª avenida oriente sur no. 24, con la licenciatura en Puericultura, contando con dos grupos de

cuarenta alumnos cada uno. En el año 2005 nos trasladamos a nuestras propias instalaciones en la carretera Comitán – Tzitol km. 57 donde actualmente se encuentra el campus Comitán y el Corporativo UDS, este último, es el encargado de estandarizar y controlar todos los procesos operativos y Educativos de los diferentes Campus, Sedes y Centros de Enlace Educativo, así como de crear los diferentes planes estratégicos de expansión de la marca a nivel nacional e internacional.

Nuestra Universidad inició sus actividades el 18 de agosto del 2004 en las instalaciones de la 4ª avenida oriente sur no. 24, con la licenciatura en Puericultura, contando con dos grupos de cuarenta alumnos cada uno. En el año 2005 nos trasladamos a nuestras propias instalaciones en la carretera Comitán – Tzitol km. 57 donde actualmente se encuentra el campus Comitán y el corporativo UDS, este último, es el encargado de estandarizar y controlar todos los procesos operativos y educativos de los diferentes campus, así como de crear los diferentes planes estratégicos de expansión de la marca

MISIÓN

Satisfacer la necesidad de Educación que promueva el espíritu emprendedor, aplicando altos estándares de calidad Académica, que propicien el desarrollo de nuestros alumnos, Profesores, colaboradores y la sociedad, a través de la incorporación de tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

VISIÓN

Ser la mejor oferta académica en cada región de influencia, y a través de nuestra Plataforma Virtual tener una cobertura Global, con un crecimiento sostenible y las ofertas académicas innovadoras con pertinencia para la sociedad.

VALORES

- Disciplina
- Honestidad
- Equidad
- Libertad

ESCUDO

El escudo de la UDS, está constituido por tres líneas curvas que nacen de izquierda a derecha formando los escalones al éxito. En la parte superior está situado un cuadro motivo de la abstracción de la forma de un libro abierto.

ESLOGAN

“Mi Universidad”

ALBORES



Es nuestra mascota, un Jaguar. Su piel es negra y se distingue por ser líder, trabaja en equipo y obtiene lo que desea. El ímpetu, extremo valor y fortaleza son los rasgos que distinguen.

FISIOLOGIA DE LA REPRODUCCION I

Objetivo de la materia:

Proporcionar una especialización en Reproducción Animal a profesionales del ámbito Médico Veterinario a través de la actualización y entrega de un sólido conocimiento de los procesos biológicos involucrados en la actividad reproductiva de los animales domésticos, conociendo, analizando y evaluando, las biotecnologías que actualmente se están desarrollando en reproducción y su utilización en el mejoramiento de la eficiencia reproductiva de los animales.

ÍNDICE

UNIDAD I. EFICIENCIA REPRODUCTIVA

I.1 Conceptos de eficiencia reproductiva.	¡Error! Marcador no definido.
I.2 Relación de la reproducción animal con otras ramas de la medicina. ¡Error! Marcador no definido.	
I.3 Anatomía y fisiología del aparato reproductor de la hembrabovina.	24
I.4 Anatomía y fisiología del aparato reproductor del macho.	26
I.5 Ovogénesis.	28
I.6 Espermatogénesis.	31
I.7 Pubertad del macho.	33
I.8 Pubertad de la hembra.	36
I.9 Hormonas reproductivas.	38
I.10 Minerales necesarios para la reproducción.	39
I.11 Niveles de calcio.	43
I.12 Niveles de fosforo.	46

UNIDAD II GESTACION

2.1 Ciclo estral.	48
2.2 Descripción de la gestación de la hembra bovina 1° y 2 o tercio.....	50
2.3 Descripción de la gestación de la hembra bovina 3.er tercio.....	54
2.4 Tipos de placentación.	57
2.5 Anatomía y fisiología de la glándula mamaria.....	60
2.6 Calostro y su composición.	62
2.7 Función de la Pg y estrógenos.....	65
2.8 Función de GnRh.....	66
2.9 Función de la LH.	67
2.10 Función de la FSH.	68
2.11 Luteólisis.	70

UNIDAD III PARTO

3.1 Fases del parto.....	71
3.2 Cuidados de la madre y del recién nacido.	73
3.3 Puerperio	76
3.4 Retención placentaria.....	77
3.5 Distocia.....	79
3.6 Resolución de distocia.	83
3.7 Cervix	85
3.8 Anomalías de Cérvix.	86
3.9 Función de la oxitocina.....	88
3.10 Función de la relaxina.	89
3.11 Estimulación folicular.	90
3.12 Primera y segunda oleada folicular.....	92
3.13 Persistencia de CL.....	93
3.14 Hipocalcemia.....	94
3.15 Hipofosfatemia.....	95

UNIDAD IV TECNICA DE INSEMINACION ARTIFICIAL

4.1 Detección de celos	98
4.2 Técnica de palpación rectal.....	100
4.3 Puntos de referencia.....	101
4.4 Método AM PM.....	103
4.5 Técnica de descongelación de semen.....	105
4.6 Morfología del espermatozoide.....	107
4.7 Conteo espermático.....	108
4.8 Calidad de semen.....	110
4.9 Espermatozoide amorfo.....	112
4.10 Espermatozoide disfuncional.....	114
4.11 Espermatozoide sin motilidad.....	115

UNIDAD I EFICIENCIA REPRODUCTIVA

I.1 CONCEPTO DE EFICIENCIA REPRODUCTIVA

La eficiencia reproductiva del ganado vacuno lechero se suele definir como el intervalo entre partos en la granja. Este intervalo entre partos tiene una gran influencia sobre el tiempo que las vacas muestran su mejor producción lechera, que suelen ser los primeros 120 días en producción.

En la actualidad, uno de los mayores problemas que afectan los parámetros

Económicos en los hatos lecheros, son los índices de eficiencia reproductiva, la cual, se ve afectada por varios aspectos entre ellos, el más importante el aspecto nutricional, el cual está supeditado a estrictos balances en la dieta, principalmente energía-proteína. Los registros de condición corporal son una herramienta que por más de 25 años ha sido evaluada y correlacionada con parámetros reproductivos y productivos, se presenta como la forma más fácil, económica y subjetiva para medir en forma cuantificable dichas relaciones. El correcto manejo de esta herramienta depende de la experiencia y manejo de los datos por parte del productor, técnico o asesor, con lo cual podemos ajustar prácticas de manejo para mejorar los parámetros del hato especialmente en lo referente a nutrición y reproducción. El objetivo de este documento, es el de hacer una revisión del estado del arte, enfocando el tema a la relación existente entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas Holstein.

A lo largo del ciclo anual de producción y reproducción de una vaca lechera, la demanda y suministro de energía debe estar en balance. Durante un momento específico del ciclo, el balance puede variar y mostrar un exceso o deficiencia de energía. Cuando el suministro de energía es mayor que la demanda, el exceso es almacenado en forma de grasa corporal. Este banco de energía puede ser consumido durante períodos de balance energético negativo cuando lo consumido no satisface las necesidades de producción y mantenimiento del animal.

Al aumentar la calificación de la condición corporal, disminuyen los contenidos de agua, proteína y cenizas mientras que la grasa se incrementa, ésta reemplaza el agua en los tejidos orgánicos. Por ello, los registros de condición corporal son una medida subjetiva del almacenamiento de grasa corporal. El sistema típico usa una escala de 1 a 5. Equivalencia de valores de condición corporal en 2 Escalas diferentes.

Para el registro de la condición corporal en vacas lecheras. Una vaca con una condición de 1. Es considerada emaciada, 2. Delgada, 3. Promedio, 4. Grasosa y 5. Obesa.

Sin embargo, el registro por ser de naturaleza subjetiva surge ciertas discrepancias en cuanto a la repetibilidad de la condición corporal entre observaciones. Dicho registro abarca la composición corporal y balance de energía animal. Por otra parte, investigadores, idearon un sistema diferente de evaluación de la condición corporal, utilizando una escala de 1 a 9, pero con el mismo fundamento y característica de evaluación.

Dicho sistema se puede extrapolar al normalmente utilizado

De la siguiente manera:

Parto	Condición Corporal		
	< 2.0	2.5	> 3.0
1	20	53	90
2	28	50	84
3	23	60	90
4 - 7	48	72	92
> 8	37	67	89

DEFINICIÓN DE CONDICIÓN CORPORAL

La condición corporal es básicamente una medida para estimar la cantidad de tejido graso subcutáneo en ciertos puntos anatómicos, o el grado de pérdida de masa muscular en el caso de vacas flacas con muy poca grasa. Por lo tanto, es un indicador del estado nutricional de la vaca. Otros autores, definen la condición corporal como un método subjetivo para evaluar las reservas energéticas en vacas lecheras.

IMPORTANCIA

La variación de la condición corporal de un animal en forma individual, o de la totalidad del hato, tiene varias implicaciones que pueden ser utilizadas para la toma de decisiones de manejo.

La condición corporal además sirve, para determinar la cantidad y tipo de suplemento que requiere la vaca durante la lactancia. Las vacas en buen estado corporal pueden movilizar sus reservas sin que sufran problemas metabólicos y sin que se vea afectado su desempeño reproductivo. Por el contrario, vacas flacas con pocas reservas corporales, requieren de una mayor suplementación para evitar pérdidas excesivas de peso y la

consecuente reducción en la producción de leche y tasa de preñez.

La condición corporal y sus cambios son más confiables como indicadores del estado nutricional que el peso corporal; ya que el peso está afectado por la fase de gestación y la cantidad de alimento en el tracto gastrointestinal. Por todo lo anterior, la evaluación de la condición corporal es una herramienta importante para la toma de decisiones de manejo a nivel de finca.

RELACIÓN CONDICIÓN CORPORAL Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA

La utilización de los registros de condición corporal permite que los productores puedan observar la eficiencia nutricional y reproductiva de un hato. La reanudación de los ciclos estrales después del parto guarda relación con los cambios de peso al final de la gestación y el estado de carnes al momento del parto. Las vacas que se encuentran en estado de carnes medio a bueno (índice de condición corporal > 2.5 dentro del intervalo de 1 a 5) presentan el celo en un tiempo mínimo; por el contrario, las que tienen peores índices o han perdido peso al final de la gestación tardan progresivamente más tiempo.

Las tasas de concepción son generalmente bajas (42 -63%) al primer servicio en los extremos de la condición corporal menor a 1.0 y mayor a 4.0 respectivamente

Investigaciones reportan, que vacas con condición corporal extremadamente por encima o por debajo

(<1 o >4) al primer servicio.

De igual forma, el mismo autor clasifica la condición corporal de las vacas Holstein en Florida como insatisfactorias (2.5 o 4.0) o satisfactorias (de 3.0 a 3.5), las vacas que son clasificadas como satisfactorias al parto, tienen menos días al primer servicio inseminado y menos días a la concepción.

Por otra parte, se reporta que el cambio en la condición corporal del parto al primer servicio, es un buen predictor de la concepción al primer servicio inseminado (1). Vacas que pierden un punto de condición corporal tienen tasas de concepción que son significativamente más bajas que vacas que no pierden o ganan condición corporal.

I.2 RELACIÓN DE LA REPRODUCCIÓN ANIMAL CON OTRAS RAMAS DE LA MEDICINA

Prácticamente la reproducción animal está relacionada con las siguientes ciencias o ramas de la medicina veterinaria: NUTRICION, ZOOTECNIA, SALUD Y MANEJO entre otras.

Con la nutrición estrechamente relacionada y muy comentada en el capítulo pasado, cuando se menciona lo de condición corporal, como mencionan varios autores, la reproducción empieza por la boca, si no hay una buena nutrición no podemos hablar de ninguna de las demás ramas de la medicina veterinaria, las energías de mantenimiento para las funciones básicas del organismo, así como las energías disponibles para las funciones de reproducción una vez llenados los requerimientos básicos.

Con la zootecnia, rama no menos importante debido a que todos los esfuerzos realizados para la reproducción no serán aprovechados sin un buen manejo o uno apropiado para que se lleva a cabo la reproducción, incluye alojamientos, disponibilidad de sombra, manejo de la temperatura, control de exceso de humedad, disponibilidad de agua, evitar cualquiera de los tipos de estrés que como es bien sabido es la progenitora de la mayoría de las patologías.

Relación de la reproducción animal con la salud, es muy importante esta relación basta con mencionar las enfermedades reproductivas causadas por bacterias, virus u otros agentes patógenos que bajan considerablemente la fertilidad o acaban con ella definitivamente, las que son zoonóticas y las que no lo son pero de igual manera causan daños considerables.

Reproducción Animal

Al quedar demostrada la incidencia directa de la reproducción sobre la producción animal,

es lógico buscar la optimización del proceso reproductivo. Sin embargo, también el proceso reproductivo enfrenta una serie de problemas más o menos graves.

Entre ellos es importante mencionar:

Medio Ambiente: El ambiente y las condiciones climáticas tienen un efecto directo sobre la reproducción. Efectivamente, el complejo Temperatura/Humedad Relativa/Viento,, percibido por el animal como una situación de confort global (Temperatura efectiva), obliga al animal a poner en función su sistema de termorregulación. Bajo condiciones adversas, las manifestaciones de la vida reproductiva (celo, monta, concepción...) tienen tendencia a alterarse.

FACTORES QUE AFECTAN LA REPRODUCCIÓN ANIMAL

Reproducción Animal: Medio Ambiente, manejo reproductivo, salud (enfermedades), Alimentación y nutrición.

Manejo: Para intensificar la producción, la crianza tradicional de cualquier especie debe transformarse en una crianza donde el manejo zootécnico sea intensivo. Esto significa aumentar la carga de animales por unidad de superficie mejorar e intensificar el manejo alimenticio y el aprovechamiento productivo, cambiar el manejo reproductivo. El manejo reproductivo deficiente es probablemente una de las causas más importantes de malos resultados reproductivos.

Al utilizar la inseminación artificial, por ejemplo, debe realizarse la detección del celo del animal a inseminar. De forma general, la detección de celo es realizada por el hombre. Se ha demostrado que de todos los celos presentados por los animales, el hombre solamente detecta del 60 a 80% de los mismos, en las mejores condiciones. En malas condiciones, es de esperar menos del 50%. Solamente este hecho duplica el período parto-concepción y

por tanto disminuye el aprovechamiento productivo de los partos. • Salud Animal: La presentación de algunas enfermedades también provocan alteraciones, directas o indirectas, en el proceso reproductivo. Algunos ejemplos lo demuestran como la Brucelosis, enfermedad infecciosa presente en Nicaragua, donde el microorganismo se desarrolla en los órganos reproductores y provoca, como síntoma más evidente, aborto en la segunda mitad de la gestación; la Metritis, infección del útero por micro-organismos oportunistas, fundamentalmente después del parto, que provoca una mala recuperación post-partal, emaciación, ausencia de celo; o inciden indirectamente en la reproducción al afectar gravemente el estado general del animal.

Alimentación y Nutrición: Como se mostró en el acápite anterior, la alimentación es imprescindible para lograr un proceso reproductivo normal. Siendo el problema alimenticio uno de los más serios en nuestro país, especialmente durante la época seca, y dado por entendido la afectación de la reproducción según el estado nutricional, es de atribuir a la alimentación el primer lugar como causa de problemas reproductivos.

Sin una buena alimentación, no puede haber buena reproducción, ni tampoco buena producción. Como la reproducción no es un proceso esencialmente vital, en período de crisis nutricional, el animal favorecerá aquellas funciones vitales (Respiración, homeostasis, metabolismo basal) y descuidará las funciones como el ciclo estral, el celo, incluso la gestación (aborto). Es evidente la relación entre el estado nutricional de un animal y su capacidad productiva. Efectivamente, la vaca Holstein, por ejemplo, seleccionada como alta productora de leche, solamente podrá expresar su potencial genético de acuerdo a la suplementación que se le brinde (Energía metabolizable, Proteínas, minerales).

Sin embargo, la práctica diaria de la explotación de los animales domésticos olvida la importancia de un buen estado nutricional durante ciertos períodos reproductivos: en Nicaragua, se maneja comúnmente el hato en dos lotes: el “Parido” (produciendo leche) y

el “Vacuno” o seco (no reproduciendo leche).

La suplementación alimenticia es orientada hacia el parido y el seco se mantiene sin suplementación y en los potreros más lastimados. Sin embargo, se olvida a menudo que el ganado “Vacuno” o seco es un ganado generalmente gestante.

Por otra parte, el animal próximo deberá enfrentar la fase del parto que constituye un stress intenso además de un esfuerzo agotador que requiere de la movilización de mucha energía y minerales, además de las pérdidas de líquidos y sangre correspondientes. Posteriormente al parto, deberá enfrentar una lactación, tanto más agotadora si se trata de una vaca lechera.

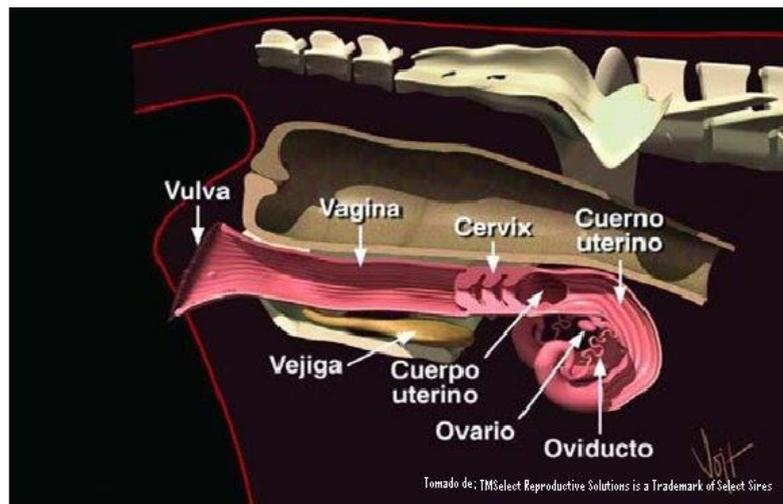
Una alimentación mejorada (alimento concentrado, poco voluminoso y rico en Minerales, entre los cuales el calcio y el fósforo) es fuertemente recomendada Durante el último tercio de la gestación. Las deficiencias alimenticias pueden, además de inducir malos rendimientos productivos, provocar alteraciones en el proceso reproductivo. La sub-alimentación voluntaria (ganado vacuno o seco descuidado) o involuntaria durante el período seco en nuestras latitudes provoca baja de peso de la cría al nacer, aumento de la frecuencia de retención placentaria y propensión a infecciones post-partales, merma en la producción, anestro, adelgazamiento y caquexia. La deficiencia alimenticia cualitativa de algún elemento como el calcio, especialmente en la vaca lechera recién parida, produce el cuadro llamado “fiebre de leche” o “hipocalcemia”.

I.3 ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA HEMBRA

El tracto genital de la vaca se encuentra en la cavidad pélvica, paralelo y debajo del recto. Se puede palpar totalmente incluyendo los ovarios a través del recto (palpación rectal). Utilizando este método, el veterinario puede determinar la salud reproductiva, preñez y actividad sexual (ovárica).

Se pueden diagnosticar causas de infertilidad e instaurar tratamientos adecuados. El inseminador competente debe ser capaz de reconocer las estructuras más importantes, principalmente el cérvix, ya que es indispensable para realizar la inseminación por el método recto vaginal.

FIG. 1. APARATO REPRODUCTOR DE LA VACA



Los ovarios son los órganos reproductivos primarios. Son pares (derecho e izquierdo) y miden unos 3 cm de largo por 2 de ancho.

Tienen dos funciones principales: 1) producir óvulos y 2) producir hormonas (estrógenos y progesterona) que son importantes en el control de los procesos reproductivos.

En una vaca en actividad se distinguen dos estructuras principales: los folículos, que es donde se encuentran los óvulos antes de liberarse (ovular)

El folículo produce estrógenos, que son las hormonas que causan los signos de celo y el cuerpo lúteo progesterona que es la hormona que mantiene la gestación. Cuerpo lúteo (cuerpo amarillo) que es la estructura que se forma en el folículo luego de la ovulación.

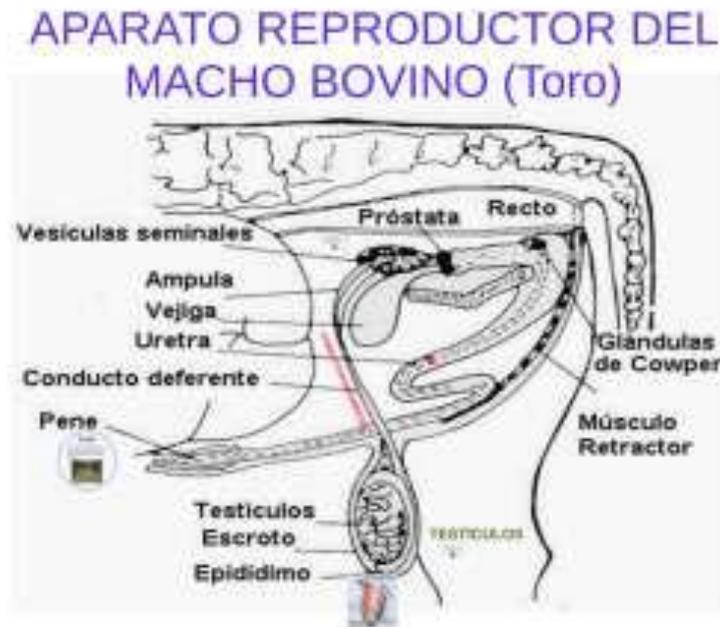
Oviductos. Son conductos de diámetro muy fino (unos milímetros) que comunican los ovarios con el útero, recogen el óvulo luego de la ovulación y es el lugar donde se produce la fecundación (unión del espermatozoide con el óvulo).

Útero. Compuesto de dos cuernos (derecho e izquierdo) que se conectan con el oviducto por delante y por detrás se unen para formar el cuerpo del útero. Este es muy pequeño, de 1 a 2 cm de largo, y une la cerviz (cuello) con los cuernos; es el lugar donde se deposita el semen en la IA. El útero es el órgano donde se desarrolla la preñez. Cervix (Cuello).

Tiene 7 a 10 cm de longitud y está formada por 3 a 4 anillos musculares. Provee un sello efectivo entre el útero y el ambiente externo, fundamental para el desarrollo de la preñez.

Vagina. Tiene unos 20 cm de longitud y conecta la cerviz con la vulva. Recibe el pene durante la cópula y sirve de pasaje al ternero en el parto Vulva. Es simplemente la apertura posterior y externa del tracto genital.

I.4 ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DEL MACHO



Testículos. Son los órganos donde se producen los espermatozoides y las hormonas masculinas. Están recubiertos por la piel (escroto) y poseen dos estructuras bien diferenciadas: el testículo propiamente dicho y el epidídimo.

Este último sirve para almacenar los espermatozoides producidos por el testículo y está compuesto de tres partes: cabeza, cuerpo y cola, que se pueden distinguir por palpación. La salida de los espermatozoides se realiza por los conductos deferentes que desembocan en la uretra.

EPIDIDIMO

Los espermatozoides pasan al epidídimo por los conductos eferentes. Es un conducto considerablemente largo, muy plegado, conecta los vasos eferentes con el conducto

deferente. La cabeza del epidídimo está aplicada al mismo polo del testículo por donde penetran nervios y vasos.

FUNCIONES DEL EPIDÍDIMO

Maduración espermática Zona de pasaje Absorción Almacenamiento Eliminación

GLANDULAS ANEXAS

Ampolla

Glándulas Vesiculares

Cuerpo de la Próstata

Uretra Pelviana y Próstata Diseminada

Glándulas Bulbo uretrales

I.5 OVOGÉNESIS

Se comprende por ovogénesis al proceso de formación y desarrollo de la célula sexual de la hembra, el ovocito.

El proceso se inicia en la vida fetal de la hembra, durante el desarrollo embrionario a

partir de las células germinales primordiales que se diferencian del epitelio del saco vitelino, y migran a través del mesenterio para colonizar las gónadas primitivas del mesonefro, en donde se diferencian en ovogonias (Hyttel et al., 2010; Hyttel P.; Sinowatz F.; Vejlsted M. 2011).

Las ovogonias que se dividen por mitosis, siendo el número de divisiones mitóticas específica de cada especie, finalmente se diferencian en ovocitos primarios previo inicio de la primera división meiótica (Gigli, 2006). Una vez se inicia la meiosis I, los ovocitos se rodean de células foliculares (células pregranulosas) y el proceso se detiene en estado de diploteno de la profase I, ovocito I, conocido como estado dictiático. La meiosis se reinicia luego la pubertad, después de ocurrir el pico ovulatorio de LH, en cuyo caso el ovocito contenido en el folículo preovulatorio culmina la meiosis I y avanza hasta la metafase II, que es el estadio en que se encuentra el ovocito II al momento de la ovulación y durante el periodo posterior previo a la fecundación. Luego que el espermatozoide fecundante penetra en el ovocito se reanuda y culmina la meiosis II, con la formación de un ovocito maduro y el segundo corpúsculo polar, que pueda observarse junto al primero en el espacio perivitelino.

Foliculogénesis

Es un proceso de crecimiento y diferenciación aparentemente continuo e irreversible de los folículos primordiales (Fernández, 2003) a través de varios estadios (primario, secundario y antral) que conducen al desarrollo de un folículo preovulatorio o De Graff (Palma, 2001). Todos los folículos primordiales que entran al proceso de crecimiento

tienen dos destinos: la atresia o la ovulación. Se estima que el periodo de tiempo transcurrido desde la activación de un folículo primordial durmiente hasta la ovulación es de 180 días.

Folículos primordiales

Se denominan así a todos los folículos que contienen un ovocito rodeado por una capa de células foliculares planas (células pregranulosas), que mediante un mecanismo intraovárico no dependiente de gonadotrofinas se activan y salen del estado de aquiescencia uniéndose al pool de folículos en crecimiento (Wandji et al., 1996a, 1996b, 1997).

Folículos primarios y secundarios

Cuando la capa simple de células planas que se encuentra rodeando al ovocito sufre una transformación y pasa de células planas a cuboides y la teca interna ha comenzado su diferenciación, el folículo en desarrollo se denomina folículo

MEIOSIS.

El gameto femenino provee al futuro embrión, además de su núcleo haploide, reservas de enzimas, mARNs, organelos y sustratos metabólicos. Algunas especies producen miles o millones de los óvulos a lo largo de su ciclo de vida (como los erizos de mar y las ranas), mientras que otras especies solamente producen unos cientos (como los mamíferos). En las especies nombradas primero, existen células madre llamadas ovogonias que perduran durante toda la vida del organismo, replicándose y autorrenovándose. En las especies con un limitado número de gametos, la ovogonia se divide por mitosis, durante los estados embrionarios tempranos para generar toda la dotación de óvulos de la hembra.

Por ejemplo, en los humanos llegan a tener aproximadamente 7 millones de ovogonias hacia el séptimo mes de gestación, tiempo a partir del cual este número disminuye

drásticamente. Las ovogonias que sobreviven este proceso se convierten en ovocitos primarios y entran en una fase de meiosis. Estos atraviesan la profase I hasta la fase diploteno y entran en un estadio llamado dictioteno y su desarrollo se detiene por la acción del factor de inhibición de la meiosis.

Solamente cuando la hembra madure sexualmente se continuará la meiosis, por lo que algunos ovocitos primarios son mantenidos en el dictioteno durante más de 50 años. Aproximadamente 400 de los ovocitos primarios originales maduran, en el tiempo de vida de una mujer normal, en la forma de óvulos.

Entre 24 a 48 horas antes de la ovulación se da un pico de la hormona luteinizante que da inicio a la meiosis II y esta se vuelve a detener en el segundo arresto meiótico (metafase II) 3 horas antes de que se dé la ovulación y no se reanuda hasta que un espermatozoide fecunde al óvulo.

Durante la telofase, cuando los ovocitos primarios prosiguen con la meiosis, una de las células descendientes prácticamente no contiene citoplasma, mientras que la otra descendiente, tiene casi la totalidad de los constituyentes celulares. Esta primera célula se conoce como cuerpo polar y la otra como ovocito. Al entrar a la meiosis II dicho ovocito secundario, nuevamente tiene lugar una repartición del citoplasma desigual en la que la célula que recibe un poco más que un núcleo haploide formará otro cuerpo polar y la que recibe la mayor parte de los componentes citoplasmáticos formará el óvulo femenino ya maduro.

I.6 ESPERMATOGÉNESIS

La espermatogénesis es el proceso mediante el cual las espermatogonias se transforman en células germinales maduras o espermatozoides (Málaga y col., 2005)

Ocurre en los túbulos seminíferos durante la vida sexual activa, como consecuencia del estímulo producido por las hormonas gonadotrópicas de la hipófisis anterior. Estos túbulos tienen gran número de células pequeñas y medianas denominadas espermatogonias, una parte de ellas se replican por mitosis y mantiene su número formando dos o tres capas a lo largo del borde externo del epitelio tubular y la otra parte de espermatogonias se diferencian siguiendo las etapas del desarrollo para formar espermatozoides (Málaga y col., 2005).

Durante la primera etapa de la espermatogénesis las espermatogonias primitivas, localizadas junto a la membrana basal del epitelio llamadas espermatogonias tipo A, se dividen y originan células un poco más diferenciadas (espermatogonias tipo B). En el compartimiento adluminal, después de varias divisiones adicionales estas células se convierten en espermatocitos primarios (número diploide de cromosomas), los que se a su vez mediante la primera división meiotica se dividen para formar dos espermatocitos secundarios (número haploide, uno con el cromosoma sexual X y otro con el Y) y mediante una segunda división meiótica los espermatocitos secundarios generan cuatro espermátides (Málaga y col., 2005).

Finalmente, cada espermátide cambia gradualmente hasta convertirse en un espermatozoide maduro, por medio de la pérdida de citoplasma, reorganización del material cromatínico del núcleo, formación de una cabeza compacta, acumulación del citoplasma residual y de la membrana celular En un extremo de la célula para formar la cola. Esta serie de cambios morfológicos se le conoce como espermiogénesis. El proceso completo de la espermatogénesis hasta la espermiogénesis dura aproximadamente 75 días

(Málaga y col., 2005).

Espermatozoide

El espermatozoide humano maduro tiene unos 60 μ m de longitud, incluye cabeza, pieza intermedia y cola (Ross y Pawlina, 2004).

En la cabeza del espermatozoide se encuentra el núcleo que contiene el ADN condensado y el acrosoma denso en su margen anterior. Su cabeza es aplanada y puntiaguda y mide 4.5 μ m de largo por 3 μ m de ancho por 1 μ m de espesor. El casquete acrosómico es una cobertura de la cabeza, a manera de gorra que cubre los dos tercios anteriores del núcleo (Figura 3); es un organelo similar a un lisosoma, rico en hialuronidasa, neuraminidasa, fosfatasa ácida y una proteasa similar a la tripsina llamada acrosina. El primer paso de la reacción acrosómica es la liberación de estas enzimas, cuando el espermatozoide entra en contacto con el óvulo estas enzimas facilitan la penetración del espermatozoide a la membrana pelúcida y la posterior fecundación, y a su vez impide la entrada de otros espermatozoides en el óvulo (Ganong, 2004; Ross y Pawlina, 2004).

La cola del espermatozoide está subdividida después del cuello en pieza intermedia, pieza principal y pieza terminal. El cuello contiene los centríolos y el origen de las fibras gruesas. La pieza intermedia es de alrededor de 7 μ m de longitud y contiene las mitocondrias dispuestas en forma helicoidal alrededor de las fibras gruesas y del complejo axonémico. Estas mitocondrias proveen la energía para el movimiento de la cola y por ende son la causa de la movilidad del espermatozoide. La pieza principal mide alrededor de 40 μ m de longitud y contiene la vaina fibrosa por fuera de las fibras gruesas y del complejo axonémico. La pieza terminal, que corresponde aproximadamente a los últimos 5 μ m del flagelo en el espermatozoide maduro, sólo contiene el complejo axonémico (Ross y

Pawlina, 2004).

I.7 PUBERTAD DE LA HEMBRA

Vida Pre – Reproductiva Durante la vida embrionaria se desarrollan los óvulos hasta la primera división de la ovogénesis (ovogonias ovocitos de primer orden), la cual se estanca hasta la pubertad. La vaquilla deberá pasar entonces por distintas fases de maduración para que los ovarios estén en plena capacidad de seguir la ovogénesis, el útero y el cuerpo en general de soportar una gestación.

FASES

Fase de Maduración de la hipófisis: La hipófisis llegará a su madurez hasta los 6 meses aproximadamente desde el punto de vista reproductivo, es decir que esta glándula secreta diferentes hormonas, pero empieza a segregar las hormonas de la reproducción (FSH Y LH) a partir de los 6 meses de, desencadenando la maduración del ovario. * Fase de maduración del ovario: El ovario seguirá su desarrollo hasta los 6 meses cuando estará completamente maduro y podrá comenzar a ciclar bajo la influencia de las hormonas de la hipófisis. Solamente hasta entonces se puede reanudar la ovogénesis detenida en el momento del nacimiento. En la vaquilla, puede aparecer la pubertad (los primeros ciclos o los primeros síntomas de los mismos) a partir de los 12 - 15 meses. Sin embargo, son muy irregulares.

Fase de maduración del útero: El útero estará maduro realmente hasta finalizar el primer parto y el primer puerperio, aunque el órgano que ha madurado hasta cierto desarrollo

somático puede acoger una gestación (madurez sexual).

Alcanzará sin embargo su verdadero tamaño hasta después del primer parto.

Por lo tanto, esta fase se adentra en la vida reproductiva.

PUBERTAD

La pubertad es el periodo de tiempo en que aparecen los primeros síntomas de la actividad cíclica reproductiva (ciclos estrales), es decir a los 12 -15 meses en el ganado lechero.

Los ciclos sin embargo son irregulares (periodo de tiempo irregular entre un celo y otro), anovulatorios a veces (es decir que aunque existan algunos síntomas de celo externos, el ovario no libera ni un solo óvulo), y sobre todo el animal no está apto corporalmente para sostener una gestación.

La palabra pubertad proviene de pubis, por referencia a la pubertad en el humano donde se presenta como signo más visible, el crecimiento de vellos en la región pubiana, así como en las axilas, etc.

La edad de la pubertad varía según la especie:

DURACION DE LA PUBERTAD POR ESPECIE

Potranca 18 meses, vaquilla 12 a 15 meses, oveja 9 meses, cabra 5 meses, cerda 7 meses, perra 6 a 9 meses, gata 5 a 8 meses, coneja 4 a 4 meses.

Madurez Sexual

La madurez sexual se alcanza a los 18 meses (ganado bovino lechero) y es el momento en que el animal ha alcanzado la edad y sobre todo el peso y la condición corporal necesarios para soportar una gestación. Es más importante el factor desarrollo corporal (280 kg) que el factor edad.

En este periodo el animal se incorpora a la vida reproductiva es decir que se le orienta monta dirigida o Inseminación Artificial.

La edad de la madurez sexual varía según la especie:

ESPECIES	EDADES
Potranca	24 Meses
Vaquilla	18 - 22 Meses
Oveja	9 - 12 Meses
Cabra	5 - 9 Meses
Cerda	7 - 9 Meses
Perra	9 - 15 Meses
Gata	8 - 10 Meses
Coneja	6 - 8 Meses

I.8 PUBERTAD DEL MACHO

La pubertad en el macho es variable pero depende en gran parte de la producción de hormona testosterona, desarrollo de diámetro testicular y formación de células espermáticas como se vio en el capítulo anterior, así como sus glándulas accesorias y próstata, el semental tiene que estar bien desarrollado para empezar a trabajar.

BIOLOGIA DEL SEXO

La palabra (sexo) proviene de la palabra latín *sexus* que significa división. Biológicamente el sexo no es una entidad sino la suma de las peculiaridades estructurales y funcionales que diferencian a un macho de una hembra. En ciertos casos los sexos se sobreponen por completo, siendo imposible distinguirlos externamente. Para entender claramente la

continua variación entre los sexos, es mejor considerar la cuestión desde un punto de vista genotípico y genotípico.

Desarrollo y Diferenciación Embrionaria del Aparato Reproductor (Masculino y femenino)

El desarrollo, formación y diferenciación del aparato reproductor (masculino y femenino) representan un proceso bastante complicado y se realizan durante la fase de órgano génesis, comprendida entre los 13d-45d de la vida embrionaria.

La diferenciación sexual se realiza ya en el momento de la singamia o fertilización del óvulo en el cual el cromosoma Y determina la diferenciación potencial del sexo masculino y el X la del femenino. . Diferenciación de las Gónadas:

En las primeras fases embrionarias las gónadas con la potencialidad bisexual están representadas por 2 CRESTAS GENITALES cubiertas con la capa epitelial.

Dentro del marco del programa del desarrollo y diferenciación gonadal, las crestas genitales sufren una invaginación del epitelio superficial el cual al multiplicarse se invagina hacia el centro de las crestas y penetra en forma de CORDONES

SEXUALES PRIMARIOS.

Participa en el macho en la formación de los túbulos seminíferos que dan la base a las células de Sertoli. En la hembra esta primera invasión epitelial es abortiva y desaparece. Hasta la segunda invaginación forma los CORDONES SEXUALES SECUNDARIOS que al permanecer en la zona cortical del órgano, dan la base para el desarrollo de las células foliculares del ovario.

La diferenciación definitiva de las gónadas depende con mayor probabilidad de la colonización de los cordones sexuales de origen epitelial con los GONOCITOS que

invaden activamente estas formaciones epiteliales.

Los cordones sexuales primarios colonizados con los gonocitos masculinos forman la base del sistema de los túbulos seminíferos del testículo, los cuales se separan definitivamente de la superficie epitelial original y desembocan en el mediastino testicular. Las células de los cordones epiteliales sirven a los gonocitos de cuna y de protección.

Los cordones sexuales secundarios en el embrión con la potencialidad femenina se separan también del epitelio germinativo original y forman en la zona cortical de la gónada los nidos epiteliales, en los cuales se ubican gonocitos femeninos por lo que se da la base precedente a los futuros folículos primarios y a la zona parenquimatosa del ovario.

La formación de los túbulos seminíferos aparece en el ganado vacuno aproximadamente a 40d de la preñez y los gonocitos quedan relativamente en minoría por la prevaencia de la división mitótica de las células epiteliales procedentes de los cordones sexuales primarios

En el ovario por el contrario los gonocitos están sujetos a una multiplicación fuerte y aproximadamente a 60d-80d de la preñez entran ya en la profase meiótica envueltos con una capa de células epiteliales en forma de un folículo primario.

Diferenciación de los Conductos Sexuales:

Conjuntamente con las gónadas indiferenciadas el embrión tiene conductos sexuales embrionarios de 2 tipos: uno con potencialidad masculina (conductos de Wolf) y otros con potencialidad femenina (conductos de Müller).

En ambos sistemas tubulares la metamorfosis ocurrirá durante la diferenciación de las gónadas la cual induce el desarrollo de una u otra parte.

I.9 HORMONAS REPRODUCTIVAS

La reproducción en mamíferos es muy compleja ya que involucra una serie de procesos fisiológicos y psicológicos que deben estar muy bien coordinados. Esta coordinación la ejecuta el Sistema Endocrino a través de la producción de una serie de hormonas, algunas de las cuales cumplen una misma función y otra una específica para cada especie.

Los ciclos ováricos (estrales) son muy importantes ya que en ellos se basa la reproducción, estos están dados por el tiempo que transcurre entre una y otra ovulación (salida de uno o más óvulos simultáneamente del ovario). Este período de tiempo es muy variable entre las especies, existiendo ciclos de horas hasta ciclos de varios días.

En las hembras la edad a la primera ovulación es variable según la especie y recibe el nombre de pubertad. Además hay muchos factores que la afectan como genéticos y

GLANDULA	HORMONA	FUNCION
Hipotálamo	GnRH	Liberación de FSH y LH
Hipotálamo	Prolact RH	Liberación de prolactina
Hipotálamo	Prolact IH	Inhibe prolactina
Hipotálamo	Corticotrófica RH	Liberación ACTH
Hipófisis anterior	FSH	Crecimiento del folículo ovárico Liberación de estrógenos
Hipófisis anterior	LH	Ovulación
Hipófisis posterior	Oxitocina	Parto / Oviposición en aves
Ovario	Estrógenos	Características secundarias Mantención aparato reproductor

ambientales (nutrición, temperatura, sanidad).

A continuación se presentan aquellas hormonas reguladoras de la reproducción en las hembras que cumplen una misma función en todas las especies:

Las hormonas hipofisarias reproductivas tienen su papel en la reproducción durante y

después de la pubertad mayormente, la regulación del eje hipotalámico se puede comprender en su conjunto con sus ondas u oleadas de producción de cada una de ellas causando el efecto reproductivo que coincide con la etapa de ciclo estral en que se encuentra en ese momento.

I.10 MINERALES NECESARIOS PARA LA REPRODUCCIÓN

Los programas de suplementación mineral varían desde la elaboración, formulas a simple suplementación con bloques de sal suministrados periódicamente por los productores.

La razón de esta variedad de programas, es porque el productor agropecuario NO está usando el material disponible sobre investigaciones en programas de suplementación mineral.

Estimar la consecuencia de una deficiencia mineral en una vaca, ternero o un animal joven sometido a engorde, no es fácil porque la disminución de peso o baja en la producción de leche puede ocurrir si signos visibles y así la deficiencia pasar inadvertida. Así como el exceso de consumo de un determinado mineral puede reducir la performance de la vaca o ternero sin signos de toxicidad y por lo tanto sin que nos demos cuenta.

Potencialmente estos problemas pueden ocurrir en un rodeo con deficiente suplementación mineral, los productores necesitan suficiente información para establecer un método económico de suplementación mineral. Requerimientos y máxima tolerancia para algunos minerales.

MAGNESIO

Está muy relacionado con el calcio y el fósforo, tanto en las funciones como en la distribución en el cuerpo. La mayor cantidad se encuentra en músculo y huesos. La tetania

de los pastos, que se caracteriza por baja cantidad de magnesio en plasma y en fluido cerebroespinal, ocurre normalmente en animales lactando que están pastoreando pasturas exuberantes, pasturas de primavera con alto contenido de potasio, bajos contenidos de calcio y magnesio. Aparece acá la deficiencia en forma de tetania la cual aumenta en pasturas tratadas con nitrógeno y potasio

POTASIO

Es el tercer mineral más abundante en el cuerpo y el mayor catión en el fluido intracelular. Los requerimientos de potasio por parte del Bovino de Carne no están bien definidos, pero por el alto contenido de potasio en la leche (1,5 g/Kg) suponemos que los requerimientos pueden subir en época de lactación. Forrajes son una fuente excelente de potasio contienen de un 1% - 4%. En los problemas de tetanias se lo asocia con el alto contenido de potasio en las pasturas exuberante y de primavera. El contenido de potasio decrece en pasturas maduras, los granos y las dietas concentradas son normalmente deficientes en potasio, los aceites de semillas son una buena fuente de potasio, a este mineral se lo puede suplementar también como potasio clorhídrico, bicarbonato de potasio, sulfato de potasio y carbonato de potasio.

AZUFRE

Es el componente de aminoácidos (bases azufradas) Metionina, cistina y cisteína, vitamina B, tiamina y biotina, también como parte de componentes orgánicos. Sulfatos, un compuesto de mucopolisacáridos sulfatados, también interviene en ciertas reacciones de detoxificación. Todos los compuestos que contienen azufre, a excepción de biotina y tiamina, pueden ser sintetizados desde la metionina. La flora ruminal es capaz de sintetizar todos los componentes azufrados orgánicos requeridos desde el azufre inorgánico. Azufre también es necesitado por la microflora ruminal para su crecimiento y metabolismo celular normal

MICROMINERALES.

Normalmente se expresan en ppm, partes por millón o mg/Kg. (10 ppm = 10 mg/ kg de ración en materia seca. CROMO funciona como componente del factor de tolerancia para la glucosa, el cual sirve para potenciar la acción de la insulina. Agregando bajas concentraciones (.02 a 1 mg/kg) de cromo en lotes de animales estresados provocó aumento de la respuesta inmune y tasa de crecimiento. Pero solo limitadas investigaciones demuestran esto, en algunas situaciones suplementar cromo puede ser necesario COBALTO funciona como componente de la vitamina B12 (cobalamina). El ganado no requiere de una fuente dietaria de Vit B12, porque los microorganismos ruminales pueden sintetizarla desde el cobalto dietario. En el rumen los rangos de Vit B12 van del 3 al 13 % de la ingesta

COBRE

Los requerimientos varían de 4 a 15 ppm, dependiendo en gran medida de la concentración de molibdeno y azufre. La concentración recomendada en la dieta es de diez 10 ppm, esta parece ser la concentración adecuada de Cu para mantener un 0.25 % de azufre y 2 miligramos de Mo. Puede ser que dietas con menos de 10 mg de Cu cubran los requerimientos del rodeo, las dietas concentradas poseen usualmente más cantidad de Cu que los forrajes

IODO

Su función es esencial como componente de la hormona tiroidea Tiroxina (T4) y Triiodotiroxina (T3). Regulando los índices de energía metabólica, iodo absorbido es mayormente llevado a glándula tiroides para la síntesis de hormonas tiroideas, el iodo restante es excretado en orina. Sustancias en la alimentación que inducen al agrandamiento de la glándula tiroides pueden incrementar los requerimientos de iodo

HIERRO

Es esencial componente de proteínas transportadoras de oxígeno, estas son hemoglobina, mioglobina, gran número de citocromo y proteínas con contenidos de hierro y azufre están involucradas en la cadena transportadora del electrón. Muchas enzimas de los mamíferos lo contienen o son activadas por el hierro. Más del 50 % del hierro corporal se encuentra en la hemoglobina, menos cantidades se encuentran conjugadas en otras proteínas y enzimas.

MANGANESO

Componente de enzimas piruvato carboxilasa, arginasa, superóxido dismutasa y también actúa como activador enzimático. Enzimas activadas por Mn incluyen a las hidrolizas, quinazas, transferasas y descarboxilasa. De todas, glicotransferasas son las únicas requeridas específicamente, los requerimientos de Mn para reproducción son mayores que para crecimiento y desarrollo del esqueleto. La concentración recomendada en rodeos reproductivos de cruzamiento es de 40 mg/Kg.

SELENIO

La primer selenio-metaloenzima identificada fue la glutatiónperoxidasa, esta cataliza la reducción de hidrogeno-peroxidasa previniendo daños de tejidos corporales por oxidación. Una segunda selenio-metaloenzima fue identificada, es la iodonina 5 de-iodinasa, esta enzima cataliza la de ionización de Tiroxina (t4) a Tri-iodo tiroxina (t3) la cual es más activa metabólicamente. Los factores que afectan el requerimiento de selenio no están bien definidos. Como la función de la vitamina E y el selenio están interrelacionados, una dieta baja en vitamina E puede aumentar los requerimientos de selenio necesarios para prevenir ciertas enfermedades así como la enfermedad del músculo blanco (distrofia muscular).

I.1 NIVELES DE CALCIO

El Calcio en el organismo

El calcio es un catión multivalente muy importante en el organismo. Este mineral mantiene la integridad de la estructura de los huesos y dientes y es fundamental para controlar una gran cantidad de procesos bioquímicos. En el organismo aproximadamente el 99 % del calcio se encuentra en los huesos, un 1% en el citosol de las células y un 0,3 % en el líquido extracelular, es decir entre 15 a 20 g. El 55% del calcio plasmático total se encuentra en forma ionizada, como Ca^{++} activo, el 35% está unido a proteínas, principalmente albúmina y el 10% constituye complejos en formas no iónicas como el bicarbonato de calcio. El equilibrio entre el Ca ionizado y el unido a proteínas depende del pH sanguíneo. La alcalosis aumenta este último y disminuye la concentración de Ca mientras que la acidosis tiene el efecto opuesto (Holmes, 2003; Rosol y col., 2000; Stöber, 2005).

FUNCIÓN DE LOS MINERALES.

Calcio (Ca).- Es el mineral más abundante en el organismo del animal (huesos y dientes), el cual puede ser obtenido principalmente de los forrajes.

Para la suplementación de este mineral se utiliza carbonato de calcio, fosfato mono cálcico, fosfato di cálcico y sulfuro de calcio.

Fisiopatología de la Hipocalcemia

En el parto, el Calcio sufre una rápida depleción pasando del plasma a la glándula mamaria sin dar tiempo a que pueda ser compensado por los mecanismos hormonales de compensación (Alonso, 1997, Dhiman y Sasidharan, 1998, Horst y col., 1998,).

Durante el parto o poco después, la HP es inevitable y es caracterizada por concentraciones de Ca en sangre <8 mg/dl (Risco 2001 a, Risco 2001 b).

Teniendo en cuenta las diferencias entre las necesidades de Ca para el feto y el inicio de la lactación, el feto necesita 5.3 g de Ca cada día, mientras que se requieren entre 13 y 18 g para la secreción de calostro, según la producción individual de leche (Alonso, 1997; Corbellini, 2000). Alrededor del primer día del parto las vacas que producen cerca de 10 litros de calostro utilizan como mínimo 23 g de Ca, aproximadamente 6 a 9 veces más que el Ca contenido en el líquido extracelular. Por lo tanto, las necesidades totales de Ca aumentan radicalmente tras el parto pasando a ser de 10 a 15 g/día a 30, 50 o más g/día (Alonso, 1997; Corbellini, 1998; Horst y col. 1998; Risco, 2001 b.). Durante el periodo seco, cuando los requerimientos de calcio son mínimos (las necesidades del feto y el drenaje fetal son de 10 a 12 g/día), los mecanismos homeostáticos se encuentran relativamente inactivos (Horst.,1997). En el momento del parto, las necesidades de Ca crecen súbitamente y casi todas las vacas experimentan un momentáneo desequilibrio en la regulación del Ca en sangre durante el parto no siendo en realidad una verdadera deficiencia de Ca (Corbellini, 2000, De Garis y Lean, 2009).

La función de los minerales puede dividirse en cuatro áreas principales:

Formación del esqueleto y mantenimiento, incluyendo la formación de huesos y dientes.

Energía, incluyendo las minerales que forman parte de enzimas y otros componentes del cuerpo, esenciales para producción de energía y para otras actividades necesarias para el normal crecimiento y reproducción.

Producción de leche. Funciones básicas del cuerpo como por ejemplo sistema nervioso.

Regulación osmótica.

MACROMINERALES.

Los Macro minerales requeridos por el Bovino son Ca, P, Mg, Na, Cl, K y S. CALCIO es el mineral más abundante en el cuerpo, aproximadamente el 98 % forma parte como componente de huesos y dientes. El calcio contenido en los forrajes varia con las Sp., partes de la planta (tallos /hojas), estado vegetativo de la planta o grado de madurez, cantidad del mineral en el suelo y clima.

Forrajes son, normalmente, una buena fuente de calcio, granos de cereal NO.

El calcio a suplementar se encuentra como Carbonato de calcio.

I.12 NIVELES DE FOSFORO

FOSFORO, llamado también “master mineral” por estar involucrado en la mayoría de los procesos metabólicos. Fósforo está almacenado en huesos y dientes, muchas veces se lo relaciona con el calcio. Investigaciones demuestran el efecto de la relación Ca/P en la performance del rumiante ha sido exagerada.

Ca/P dietario con variaciones de relación 1:1 a 1:7 tuvieron una performance similar.

Generalmente se recomienda que el fósforo total ingerido diariamente no supere al total

de calcio ingerido, porque provocaría cálculos urinarios en animales jóvenes productores de carne

Durante la época de crecimiento, fósforo está en concentraciones adecuadas en la mayoría de los forrajes, hay épocas, como por ejemplo de sequía, donde el fósforo suele ser carente. Granos de cereal y comidas elaboradas con semillas/aceite, contienen niveles moderados a altos. Como fuentes de suplementación incluimos: fosfato dicálcico, fosfato monoamónico, ácido fosfórico y fosfato defluorinado. La deficiencia de fósforo, es la más frecuente entre los animales que pastorean en el campo. Produce una disminución en el crecimiento y eficiencia para alimentarse, disminución del apetito, de la capacidad reproductiva, disminución también en la producción de leche, huesos frágiles.

El fósforo es un mineral de gran importancia para los bovinos, más aún en las vacas de leche por su metabolismo acelerado. La principal función del fósforo dentro del organismo es formar las moléculas de ATP, que son la fuente de energía para los organismos vivos.

En reproducción, el fósforo también es importante ya que incide en la formación de ácidos grasos, los cuales son fundamentales para la producción de hormonas como los estrógenos. Los estrógenos son los que dan visibilidad a los signos de estro o calor en las vacas ya que intervienen en varios procesos directamente de la reproducción.

El fósforo llega de manera natural al organismo de la vaca a través de los pastos, de suplementos minerales como GANASAL y concentrados como PROGANADO.

BIBLIOGRAFIA

Cole, H.H. y P.T. Cupps (ed) Reproducción de los animales Domesti cos. Ed. Acribia. Zaragoza. Traducción de la 3a ed. De: cole, H.H. y P.T. Cupps.

Reproducti on in Domesti c Animals. Academic Press. New York. 1977.

Hafez, E.S.E. Reproducti on in farm animals. Lea / Fabiger, Philadelphia, varias ediciones.

Joe Bearden H. / Jonh w. Fuquay, Applied animal Reproduccti on. 3a editi on 1992.

Mac. Donald, L. Veterinary Endocrinology and epoduccti on. Lea/ fabiger, Philadelphia, varias Ediciones (2a edicion en castellano 1981).

Lubosh Holy, Biología de la reproducción Bovina. Segunda edición. Ed.

Cientifi cotécnica. Habana, CU.P.P 344

UNIDAD II. GESTACION

2.1 CICLO ESTRAL

Ciclo Reproductor

En el proceso o ciclo fisiológico los órganos de la reproducción ocurren transformaciones importantes, cuyo fi n es el acondicionamiento de las células germinales femeninas para liberarse, unirse, y conjugarse con sus equivalentes masculinas, con el desarrollo del embrión como resultado de esa unión. Un componente muy importante en todo el proceso de la reproducción del ganado vacuno es el proceso del ciclo sexual que se inicia con la maduración sexual (pubertad) y termina con el climaterio. Ciclo Sexual O Ciclo Estral.

Es el resultado de la correlación de factores hereditarios y ecológicos donde representa

un complejo de transformaciones específicas de tipo morfológico, histológico, y hormonales, no solamente en los órganos reproductores, sino también en otros órganos del individuo.

DURACIÓN DEL CICLO ESTRAL.

La duración promedio del ciclo estral de las vacas es de 17-23 días; en las vaquillas el ciclo estral dura 18-24 días.

Etapas Y Manifestaciones Clínicas Del Ciclo Estral

Es posible dividir la actividad cíclica sexual de la vaca según los síntomas clínicos en cuatro fases que son: proestro, estro, metaestro y diestro.

Proestro:

La duración de esta fase es de tres días y los síntomas que se observan son: olfatea a las vacas vecinas y ordeñadores, se separa del rebaño y observa a su alrededores, hay edematización de la vulva y congestión de la mucosa, liberación del mucus semi denso y opalescente grisáceo

Estro:

La duración de esta fase es de 1-2 días los síntomas que se observan son:

Muge con frecuencia, pérdida del apetito monta y se deja montar, encorvamiento del dorso, reflejos de abrazamiento y fricción, edematización de la vulva, hiperemia y humedad de la mucosa vestibular, contracciones del constrictor

CUNI, movimientos rítmicos del ano, movimientos enérgicos de la cola, flujo mucoso

transparente, costra de moco seco en las tuberosidades isquiaticas y parte ventral de la cola, momento óptimo para la monta.

Metaestro:

Esta fase dura cuatro días y los síntomas que se observan son: tranquilidad sexual con posible duración del reflejo del abrazamiento, la vulva se torna plegada, en algunas hembras el flujo sanguinolento más o menos oscuro (hemorragia proestral) más frecuente en las vaquillas que en las vacas.

Diestro:

La fase dura 12 días los síntomas que se manifiestan son: silencio sexual, vulva plegada, mucosa vestibular de color rosado pálido, desaparición del brillo de la superficie y la humedad (órganos sin flujo).

DURACION DE ALGUNOS EVENTOS REPRODUCTIVOS

ANIMAL	LARGO DEL ESTRO	TIEMPO DE OVULACION	CICLO ESTRAL (DIAS)
Vaca	18 hrs.	10-15 hrs.(2)	21
Yegua	5-7 días	1-2 días (3)	21-22
Oveja	36 hrs.	12-24 hrs.(3)	16-17
Cabra	48 hrs.	---	20-21
Cerda	2-3 días	30-36 hrs.(4)	21
Conejo	Estro constante	---	---
Rata	14 hrs.	---	4-5
Perro (1)	7-9 días	1-2 días (4)	---
Gato	4-7 días	---	8-14

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA GESTACIÓN DE LA HEMBRA BOVINA 1° Y 2 O TERCIO

Durante los próximos cinco o seis días, estas células crecen rápidamente para formar el cuerpo lúteo, que produce progesterona, cuya función es preparar al útero para la gestación e inhibir la liberación de gonadotropinas

El cuerpo lúteo que secreta la progesterona que se va utilizar durante toda la gestación

FOLICULOS; Los folículos son estructuras llenas de fluidos que contienen los óvulos en crecimiento, normalmente hay varios folículos sobre cada ovario y pueden variar en tamaño desde los apenas perceptibles hasta aquellos de 20 mm de diámetro.

Al folículo más grande se le considera dominante y es el que probablemente ovule cuando la vaca entre en celo. Más del 95 % de los folículos entran en regresión y desaparecen sin haber ovulado, siendo remplazados por una nueva generación, entre sus funciones se encuentra producir estrógenos, hormonas responsables del comportamiento de celo de la vaca (Guáqueta, 2009).

El cuerpo lúteo (CL) se desarrolla sobre el sitio de la ovulación anterior (lo que antes era el folículo dominante) y a menos que haya habido más de una ovulación, solo se encuentra un CL en uno de los ovarios. Suele tener una corona que sobresale del ovario y sus paredes son más gruesas que las del folículo, por lo que su estructura es más tosca al tacto, su principal función es la de producir progesterona, hormona encargada de mantener la gestación (Portillo, 2005)

FENÓMENO DE RECONOCIMIENTO MATERNO

Los días 16 a 18 del ciclo estral se conocen como “el periodo de reconocimiento materno”, durante este periodo, el útero busca la presencia de un embrión en crecimiento. Si no se detecta un embrión, el útero inicia la producción de prostaglandina.

Esta hormona destruye el cuerpo lúteo.

Durante la gestación ocurren grandes cambios en el organismo de la vaca, tanto anatómicos como fisiológicos y ésta debe garantizar la seguridad física del feto.

Este proceso está acompañado de cambios sin precedentes en el organismo de la vaca y del funcionamiento del único órgano formado por dos individuos: la placenta con su componente materno y fetal.

EJE HIPOTALAMICO HORMONAL

Lo más sobresaliente del primer tercio son las fluctuaciones de líquidos en el útero el examen se puede realizar a través de palpación rectal.

Este examen debe ser realizado entre 45 y 60 días posteriores al servicio por inseminación artificial o monta natural Se detecta una asimetría de los cuernos uterinos según las semanas transcurridas y el llamado deslizamiento de membranas o doble pared en el día 45 de gestación.

Periodo que sigue a la fertilización y está comprendida entre la formación del cigoto hasta el momento del parto, proceso que dura aproximadamente 283 días. Para efectos didácticos la gestación se clasifica en tres etapas: La etapa del cigoto, La etapa del embrión. La etapa fetal.

Etapas I – del cigoto. La primera etapa de la gestación, la etapa del cigoto, está comprendida entre la formación del cigoto y el inicio del periodo implanta torio del embrión.

IMPLANTACION DEL OVULO FECUNDADO Y EVENTOS

Se denomina así (fenómeno de reconocimiento) a la señal emitida por el embrión que permite el bloqueo de la luteólisis, la extensión de la vida del CL y la formación de la placenta para el desarrollo de la gestación.

Esto incluye la inhibición de la liberación de $PGF2\alpha$, la modificación del ambiente uterino y

los cambios que evitan el rechazo inmunológico del embrión. Las células mononucleares del trofoblasto secretan alrededor del día 16 el interferón- τ , que inhibe la síntesis de receptores para los estrógenos, receptores para la oxitocina y por lo tanto inhibe la secreción de $\text{PGF2}\alpha$, evitando la luteolisis y asegurando la permanencia del CL. El embrión también modifica el flujo sanguíneo y la permeabilidad vascular, el movimiento de fluidos, la respuesta del CL a las prostaglandinas, la actividad secretoria y metabólica del útero, la transferencia de nutrientes, la actividad inmune y el desarrollo de la glándula mamaria. El feto presenta antígenos de histocompatibilidad que podrían originar una respuesta inmune con linfocitos-T por parte de la madre, sin embargo, esto no sucede.

Los esteroides (estrógeno y progesterona) tienen acción pro y anti- inflamatoria, respectivamente. Durante el desarrollo embrionario y fetal, la progesterona es la encargada de inhibir la respuesta inmune contra los tejidos embrionarios y fetales, tratando de no comprometer la respuesta inmune contra agentes infecciosos.

En forma simplificada, la progesterona afectaría la diferenciación de las células T, favoreciendo la producción de citoquinas para las células Th-2 e inhibiendo las citoquinas para las células Th-1 y de esta manera permitiría la implantación.

Mórula

La primera segmentación ocasiona la formación de un embrión de 2 células. Luego se continúa con segmentaciones adicionales así el embrión aumenta de 4, 8, 16 a 32 células, cuando éste pasa del oviducto hacia el útero

Gástrula

La gastrulación se caracteriza por un marcado engrosamiento del trofoblasto para formar el ectodermo. Existen tres capas celulares que aparecen durante la gastrulación, ectodermo, mesodermo, y endodermo. En el bovino la gastrulación comienza alrededor

del día I

Ectodermo

Esta capa celular embrionaria se destina a la formación de la dermis, epidermis, pelos, pezuñas, cerebro y sistema nervioso en el interior. Esta misma capa reviste la boca a modo de invaginación. El ectodermo primario forma la cubierta externa durante la gastrulación que cubre el disco embrionario y rodea la cavidad de la gástrula

Bibliografías:

\ Senger PL. Pathways to pregnancy and parturition. 2nd ed.

Ephrata, PA. Current Conceptions, Inc., 2003.

\ LeBlanc S. Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. J Reprod Dev. 2010; 56 Suppl:29-35. \ Sartori R, Bastos MR, Wiltbank MC. Factors affecting fertilisation

and early embryo quality in single- and superovulated dairy cattle. Reprod Fertil Dev 2010;22:151-8.

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA GESTACIÓN DE LA HEMBRA BOVINA 3 ER TERCIO

Diagnostico Interno

Se lleva a cabo en animales mayores, está bien perfeccionado y permite la comprobación de la gestación en periodos muy precoces. Este método de diagnóstico consta de dos exámenes: el rectal y el vaginal.

A. Examen Rectal

El examen rectal es el de mayor importancia en el diagnóstico de la gestación del ganado vacuno, ya que permite detectar con mayor seguridad la preñez desde los 35 días a partir de la cópula inseminación artificial. El elemento más importante de este diagnóstico lo constituye el útero. La sintomatología o característica en que se basa el diagnóstico rectal son Situación, retractibilidad y peso del útero. Después de la fecundación el útero y el feto aumentan gradualmente de tamaño y de peso, por lo que se dirigen hacia la cavidad abdominal, este desplazamiento se inicia alrededor de los 70 días de gestación. Asimetría, consistencia y fluctuación del útero. La asimetría del útero depende del desarrollo de las membranas fetales y del aumento de los líquidos, esto es posible detectarlo a partir de la quinta semana de gestación, fundamentalmente a partir de la bifurcación uterina. La fluctuación aparece cuando se desarrolla el saco alantoideo aproximadamente desde el final del primer mes de gestación. Presencia de membranas fetales. Estas membranas son de gran importancia para el diagnóstico rectal de la preñez. El saco amniótico es posible palparlo desde los 28 días de gestación, es un saco ovoidal de 0.8-1cm como promedio y está situado delante de la bifurcación. Si es posible palpar el saco amniótico este se mueve en el cuerpo por ello es necesario palpar el cuello uterino completo.

En el diagnóstico interno es aún importante la palpación del saco alantocorión que se extiende como un anexo directo del embrión por todo el cuerpo, Este saco se encuentra alejado del feto y por ello no resulta tan peligrosa su palpación.

Es palpable aproximadamente desde los 35 días de gestación en las vaquillas y en las vacas entre la quinta y sexta semana. Estas membranas tomadas entre los dedos índice y pulgar nos dan la impresión de una doble pared a nivel de la bifurcación externa y después en las partes más caudales o en el mismo cuerpo uterino. Presencia de placentomas: Le palpan a partir de los 15 días de la gestación como estructuras del tamaño de un frijón negro o de

un garbanzo, aunque su formación se produce mucho más temprano.

Presencia del feto: Le detecta mediante la palpación directa con los dedos al útero gestante en fases precoces y mediante balotage en la gestación avanzada.

Cambios o transformaciones de la arteria uterina media: La arteria uterina media es una rama de la aorta descendente y se sitúa en el ligamento ancho del útero. Su diámetro en las vacas multíparas no gestantes es menor de 3- 5cm.

Este aumento de tamaño; o de la arteria y su curso ondulado traen como consecuencia dificultades circulatorias por lo cual se puede detectar una típica vibración de la pared arterial durante la palpación, conocida como frémito típico esto se manifiesta a partir del 3 mes de gestación y aumenta proporcionalmente según avanza la gestación.

Final de la 6ta semana.

La asimetría de los cuernos esta mucho desarrollada y el cuerpo gestante está lleno de líquido y dilatación y la doble pared está bien diferenciado, se hace posible apreciar un ligero aumento de la arteria uterina media aún no se detecta frémito Final de la 7ma semana.

La asimetría está muy marcada el útero se traslada hacia la cavidad abdominal y llena la parte craneal y ventral de la pelvis. Se detectan fácilmente la fluctuación y la doble pared en todo el cuerno gestante este tiene forma de campana y su diámetro promedio es de 5- 7cm, Final de la 8va semana.

Existe asimetría, fluctuación, doble pared y se puede palpar con mucho cuidado, entre los dedos, el embrión, el cual alcanza de 5-8cm. El cuerno gestante mide 6-9cm de ancho y tiene forma de campana. La arteria uterina media no tiene frémito, aunque ha aumentado un poco de tamaño.

Durante el 3er mes.

El útero comienza a bajar hacia la cavidad abdominal y tiene un tamaño aproximado de 8-

12cm similar al ante brazo. Hay evidente asimetría se palpa la fina pared uterina muy distendida por los líquidos y se descubren pequeños placentomas del tamaño de un frijol aproximadamente.

El cuello uterino se encuentra situado a nivel del borde anterior del pubis. Si se realiza balotaje se siente ligeros golpecitos. La arteria uterina media ha aumentado su grosor y tiene el diámetro aproximado de un lápiz fino. Aun no se registra frémito, aunque al finalizar el 3er mes se aprecia.

Final del 4to mes.

El útero desciende completamente a la cavidad abdominal y se prolonga la cavidad vaginal. La pared uterina es muy fina y los placentomas tienen un tamaño similar al de un frijol grande o una nuez. Mediante el balotaje se palpa el feto, la arteria uterina media tiene un grosor aproximado de 0.6-0.8cm, se aprecia claramente el frémito típico. Durante el 5to mes.

Las manifestaciones son semejantes a las del mes anterior, pero es muy difícil palpar el útero por vía rectal. Los placentomas son del tamaño de una almendra mediana o una grande y el cuello uterino está relativamente inmóvil. La arteria uterina media tiene un grosor de 0.7-0.9cm y presenta frémito típico.

Durante el 6to mes.

Hay semejanza con el anterior, solo aumenta el volumen del útero y un poco el de la arteria uterina media, los placentomas alcanzan un tamaño aproximado al de un huevo pequeño

Durante el 7mo mes.

El útero comienza a regresar a la cavidad pelviana y se puede palpar delante de la pelvis. Los placentomas tienen un tamaño similar al de una almendra grande o un huevo de gallina. La arteria uterina media presenta forma de zigzag y al finalizar este mes tiene

grosor del dedo anular. El balotage es positivo y muy fácil.

Durante el 8vo y 9no mes.

El feto está situado delante de la pelvis y es muy fácil palpar cualquier región de su cuerpo.

Los placentomas tienen tamaño que varía desde el de un huevo de gallina hasta el puño de un niño pequeño. La arteria uterina media se palpa como un tronco grueso y con el típico frémito. El cuello uterino regresa a la cavidad pelviana y la vagina se acorta. En este último tercio de la gestación el neonato toca el fondo del útero con sus extremidades posteriores flexionadas y sus extremidades anteriores extendidas a la salida de la vagina en posición de parto normal. Este crecimiento excesivo de las últimas semanas va a crear un estrés en el feto y la madre, lo que va a crear el desencadenamiento del parto.

2.4 TIPOS DE PLACENTACIÓN

Placenta cotiledonaria.

Las vellosidades coriales se agrupan en rosetas llamadas cotiledones que se relacionan con las carúnculas endometriales del útero.

PLACENTACIÓN

La implantación en el bovino es superficial e incluye las carúnculas y el área intercaruncular. Inicialmente el trofoectodermo desarrolla papilas que toman contacto con las glándulas uterinas y posteriormente células binucleadas del trofoectodermo invaden el epitelio materno y junto con las células endometriales forman células multinucleadas o sincitio, el cual tendría un rol importante en el control inmunológico y hormonal de la gestación.

La placenta puede clasificarse de acuerdo a la cantidad de capas de separación entre el

feto y el útero materno como epiteliocorial y de acuerdo a la distribución de las vellosidades corioalantoideas como cotiledonaria. La placenta se clasifica como epiteliocorial ya que se mantienen las 6 capas (endotelio, intersticio y epitelio fetal y materno) y el contacto se produce entre las células trofoblásticas fetales y las células endometriales maternas en la formación de un sincitio característico de los rumiantes.

Sin embargo, el epitelio materno tiene períodos de transición con erosión y recrecimiento en el cual se produce un contacto entre los capilares maternos y el epitelio coriónico, por lo cual la placenta ha sido clasificada en algunas oportunidades como sindesmocorial.

La placentación del bovino es de tipo corioalantoidea, donde la capa externa del alantoides se fusiona con el corion y por lo tanto los vasos sanguíneos del alantoides toman contacto con las arterias y venas umbilicales localizadas en el tejido conectivo entre el corion y el alantoides.

Los vasos fetales aumentan su superficie de contacto con la circulación materna debido a la formación de las vellosidades coriónicas, que son conos vasculares mesenquimales cubiertos por células trofoblásticas cuboidales y gigantes binucleadas.

En el bovino, este contacto se produce a través de los cotiledones fetales (70 a 120) que se unen a las carúnculas uterinas formando los placentomas.

Las células binucleadas gigantes son características de los rumiantes. Aparecen a partir de los 20 días de gestación, se mantienen durante toda la gestación y llegan a componer el 20% de la placenta. Su función es la transferencia de sustancias, la secreción de Lactógeno Placentario y de las proteínas específicas de preñez B (PSPB), también llamadas glicoproteínas asociadas a la preñez (PAG). Asimismo, las células binucleadas producen estrógenos y progesterona.

Las venas y arterias umbilicales llegan a la placenta y se distribuyen mayormente en los

cotiledones y en menor medida en el corioalantoides y de la misma manera lo hacen las arterias y venas uterinas en las carúnculas maternas.

El rol de la placenta incluye funciones digestivas, metabólicas, hormonales e inmunológicas. Diferentes sustancias son transferidas a través de la placenta por fagocitosis y pinocitosis. Las arterias umbilicales transportan sangre no oxigenada hacia los placentomas y las venas umbilicales devuelven sangre oxigenada. Agua, electrolitos, vitaminas, minerales, aminoácidos y azúcares llegan al feto a través de la placenta y a su vez ésta sirve como almacenamiento de glicógeno y hierro entre otras sustancias.

El feto tiene la habilidad de consumir las reservas esqueléticas de calcio maternas en el caso que este mineral no sea suministrado en la dieta. Las vitaminas liposolubles tienen su paso limitado por la placenta, por lo tanto, luego del parto, su concentración es más baja en la cría que en la madre. Las proteínas no pasan a través de la placenta, por lo tanto, las inmunoglobulinas maternas no llegan a la circulación fetal.

La circulación fetal es característica ya que las venas umbilicales conducen sangre arterial y las arterias conducen sangre no oxigenada. Las venas umbilicales traen sangre oxigenada desde la placenta y la transfieren a la vena cava posterior a través de un conducto venoso evitando el metabolismo hepático. La sangre de la vena cava posterior llega al corazón y pasa a la aurícula izquierda a través del foramen oval, evitando el ventrículo derecho.

El conducto arterioso recoge la sangre no oxigenada directamente hacia la aorta, evitando la circulación hacia los pulmones no funcionales y a partir de la aorta se originan las arterias umbilicales que llevan la sangre no oxigenada hacia la placenta.

Durante la gestación se forman alrededor del embrión/feto dos cavidades denominadas alantoidea y amniótica.

La cavidad amniótica y alantoidea derivan de un pliegue externo del corion (ectodermo) y del intestino posterior (endodermo), respectivamente. La pared externa del alantoides se

une al corion formado el corioalantoides o placenta fetal. Los fluidos fetales están compuestos por el líquido amniótico y el alantoideo. El líquido amniótico alcanza un volumen promedio de 5 a 6 litros y el líquido alantoideo un promedio de 9,5 litros.

Los líquidos fetales pueden ser absorbidos y secretados en el tracto digestivo, respiratorio, urinario y en la piel fetal. El fluido alantoideo proviene de la orina formada en los mesonefros y la secreción de la membrana alantoidea. El líquido amniótico proviene en principio del epitelio amniótico y de la orina fetal, por lo cual es bastante aguachento y avanzada la gestación proviene de las secreciones digestivas y respiratorias y se hace más viscoso. También existe un intercambio dinámico entre los fluidos fetales y la circulación materna y fetal.

2.5 ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DE LA GLÁNDULA MAMARIA

La anatomía en general de la glándula mamaria difiere mucho entre las diferentes especies. El número de glándulas y los pezones no son iguales en la vaca, la chancha o la yegua. Sin embargo, la anatomía microscópica es muy similar en todas las especies.

El desarrollo de la glándula mamaria se inicia en la etapa fetal. Todavía en el segundo mes de gestación se inicia la formación de los pezones y el desarrollo continúa en la sexta semana de gestación. Cuando la ternera está en el sexto mes de gestación, la ubre está desarrollada en su totalidad con cuatro glándulas separadas y el ligamento medio, los pezones y las cisternas

El desarrollo de los ductos mamarios y del tejido secretorio tiene lugar en la pubertad y en el parto. La ubre continúa su crecimiento de células a partir de las cinco lactancias, y la producción de leche se incrementa acorde.

Esto no es siempre utilizado totalmente, ya que hoy la vida útil de las vacas es más corta

que 2,5 lactancias.

La glándula mamaria de las vacas lecheras consiste en cuatro glándulas separadas con cada pezón. La leche que es sintetizada en una glándula no puede pasar a otra de las cuatro glándulas. Los cuartos izquierdos y derechos están sostenidos por ligamentos suspensorios.

La ubre es un órgano de grandes dimensiones y pesado, cerca de 50 kg (incluyendo la sangre y la leche). Sin embargo, el peso llega hasta 100 kg reportado. Sin embargo, la ubre está bien adherida al esqueleto y a los músculos. Los ligamentos medios están compuestos por tejidos fibrosos, mientras que los ligamentos laterales están compuestos por tejido conectivo con menos elasticidad. Si los ligamentos se debilitan, la ubre será incómoda para la máquina de ordeño ya que los pezones cambiarán su orientación y posicionamiento

La glándula mamaria consiste en tejido secretorio y tejido conectivo. La cantidad de tejido secretorio, o el número de células secretorias es un factor limitante a la capacidad de producción de la ubre. Es una creencia común que la ubre grande está relacionada con más alta capacidad de producción de leche. Esto es, sin embargo, equivocado ya que la ubre grande puede tener mucho tejido conectivo y adiposo. La leche es sintetizada en las células secretorias, lo que está dispuesto a partir de células paralelas en una estructura llamada alveolo. El diámetro de cada alveolo es de 50-250 mm. Varios alveolos forman los lóbulos. La estructura de esta área es muy similar a la estructura del pulmón. La leche que continuamente está sintetizada en el área alveolar, es almacenada en los alveolos, los ductos mamarios y las cisternas de los pezones entre ordeños.

El 60-80% de la leche es almacenada en los alveolos y los pequeños ductos de leche, mientras que las cisternas 20 a 40%. Sin embargo hay una gran variación entre vacas en el almacenamiento de la leche en las cisternas.

Esto es de importancia para el manejo de la rutina de ordeño.

2.6 CALOSTRO Y SU COMPOSICIÓN CALOSTRO

Primera secreción de leche producida por la glándula mamaria después del parto Presenta un elevado contenido de anticuerpos y una muy buena fuente de nutrientes.

Cuadro 1. Composición nutricional del calostro en vacas lecheras en Pennsylvania

Nutriente	Kehoe <i>et al.</i> (2007)	Foley y Otterby (1978)
Grasa %	6,70	6,7
Proteína %	14,92	14,0
Lactosa %	2,49	2,7
Sólidos Totales %	27,64	23,9
Cenizas %	0,05	-
IgG ₁	34,96	-
Vitamina E µg/mL	77,17	84,0
Ca mg/kg	4,716.10	2,599,9
P mg/kg	4,452.10	-

Grasa

Importante en el suministro de energía y en la homeostasis de la glucosa Es crítica en la termorregulación De acuerdo al contenido de grasa de la dieta dada en el período de gestación varía poco el contenido de grasa en el calostro.

Proteína

Importante para la síntesis de proteínas y la gluconeogénesis Inmunoglobulinas que ayudan a desarrollar el sistema inmune.

Los anticuerpos o inmunoglobulinas son proteínas que se encuentran en el torrente

Sanguíneo. Son componentes del sistema inmunológico cuya función es neutralizar y ayudar a destruir bacterias, así como otras partículas extrañas que hayan invadido el cuerpo del recién nacido al momento del parto (Abul et al. 1996).

En el calostro existen tres tipos de Inmunoglobulinas (Ig): IgG, IgM, e IgA; de la IgG existen dos isotipos: IgG1 e IgG2. Las Ig trabajan juntas para proveer al ternero con inmunidad pasiva. El calostro contiene de 70-80% IgG, 10-15% IgM y 10-15% IgA. La mayoría de las IgG en el calostro bovino proviene de la sangre. Las IgM e IgA son 2 sintetizadas por los plasmocitos en la glándula mamaria. El rol primario de la IgG es el de identificar y ayudar a destruir patógenos invasores. Debido a que son de menor tamaño que las otras Ig, se pueden mover fuera de la corriente sanguínea hacia otras partes del cuerpo donde pueden ayudar a identificar patógenos. Las IgM son los anticuerpos que sirven como la primera línea de defensa en casos de septicemia (envenenamiento de la sangre); son moléculas largas que permanecen en la sangre y protegen al animal de invasiones bacterianas. Las IgA protegen las superficies de mucosas como la del intestino. Se adhieren al revestimiento intestinal y evitan que los patógenos se adhieran y causen enfermedades (Quigley 1997).

La falla en la transferencia pasiva de anticuerpos se refleja en la generación de pérdidas económicas por mortalidad y enfermedad de los terneros. El suministro de calostro, por lo tanto, es esencial en las primeras horas de vida, pues el nivel de inmunoglobulinas séricas en el neonato es un factor que determina la resistencia del mismo a enfermedades durante sus primeros días de vida (Barraza et al. 2002).

La cantidad de calostro ingerido es otro factor que condiciona los niveles de Ig en la sangre siendo 2 litros de calostro luego del nacimiento la regla general para aumentar los niveles de Ig en sangre y agotar tempranamente el potencial de absorción de las células intestinales de macromoléculas disminuyendo al mismo tiempo la permeabilidad a

microorganismos patógenos; además es recomendable el suministro de la misma cantidad entre las 8 y 12 horas de edad y la alimentación en un 10% del peso vivo de la cría con calostro durante varios días luego del nacimiento (Chacón 2009).

2.7 FUNCIÓN DE LA PG Y ESTRÓGENOS

Progestágenos: hormonas con un efecto similar a la progesterona, el único progestágeno natural. Todos los demás progestágenos son sintéticos.

Progesterona: es secretada principalmente por el cuerpo lúteo, y en menor medida por las células de la granulosa, en el folículo, poco antes de la ovulación.

También por la corteza suprarrenal y por la placenta durante la preñez. Es la hormona responsable del desarrollo de caracteres sexuales secundarios en una mujer, y sirve para mantener el embarazo.

ACCION:

Prepara al útero para la implantación y mantenimiento de la preñez: “quietud uterina (inhibición de la motilidad uterina)” y “aumento de glándulas secretoras del endometrio”.

Regula el ciclo estral: “sinergiza con estrógeno induciendo estro y el comportamiento o receptividad sexual” y “elevadas concentraciones inhiben el estro o ciclo, y el pico ovulatorio de LH”. Atresan folículos dominantes y NO inhibe el desarrollo de ondas de crecimiento folicular.

Estimula el desarrollo del tejido lóbulo-alveolar, o secretor de la glándula mamaria durante la gestación. Es anabólica, contribuye a la ganancia de peso y deposición de reservas en la madre a pesar del crecimiento fetal.

Cierra el canal cervical.

Se utiliza para sincronizar celos.

Estrógenos: producidos por los ovarios y, en menores cantidades, por las glándulas adrenales. Inducen fenómenos de proliferación celular sobre los órganos, principalmente endometrio, mama y el mismo ovario. Los estrógenos presentan su mayor concentración los primeros 7 días de la menstruación. La principal NATURAL es el 17β -estradiol. Es sintetizada principalmente en las células de la granulosa de los folículos dominantes. También en la placenta, corteza suprarrenal y células de Sertoli en machos.

ACCION:

Caracteres sexuales secundarios de la hembra.

Junto con progesterona, induce a nivel del SNC, el comportamiento del celo y la libido.

Desarrollo del sistema de conductos mamarios.

Crecimiento endometrial, aumentando la irrigación de los órganos de la reproducción y provocando hipertrofia, aumentando el diámetro y la secreción de la mucosa.

Durante el estro se observa, edema genital e hinchazón de vulva. Estimula la síntesis de oxitocina en útero.

Regula la secreción de LH y FSH. Ovulación

2.8 FUNCIÓN DE LA GNRH

Hormona liberadora de gonadotrofinas GnRH: Es una hormona liberada por el hipotálamo cuyo centro de acción es la hipófisis.

Es un decapeptido que estimula la liberación de gonadotrofina (hormona luteinizante o LH y foliculoestimulante o FSH) por parte de la adenohipófisis. Por otro lado, la gonadotrofina posee su centro de acción en las gónadas masculina y femenina. Induce la síntesis y liberación de FSH y LH por adenohipófisis.

La secreción está regulada por un oscilador neural, liberándose episódicamente a las venas portales hipofisarias imponiéndole un patrón de liberación pulsátil a la secreción hipofisaria de gonadotrofinas que está más marcado en LH que en FSH.

Se utiliza para inducir y sincronizar ovulaciones, para tratar quistes ováricos

2.9 FUNCIÓN DE LA LH

Hormona luteinizante LH: glicoproteína, con características químicas y tamaño molecular muy similar a la FSH, producida por las células basófilas de la adenohipófisis, su vida media es de 30 minutos. La liberación de LH de la glándula hipófisis es regulada por la producción pulsátil de la hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRH) proveniente del hipotálamo.

Estos impulsos a su vez, están sujetos a la retroalimentación del estrógeno proveniente de las gónadas.

ACCION:

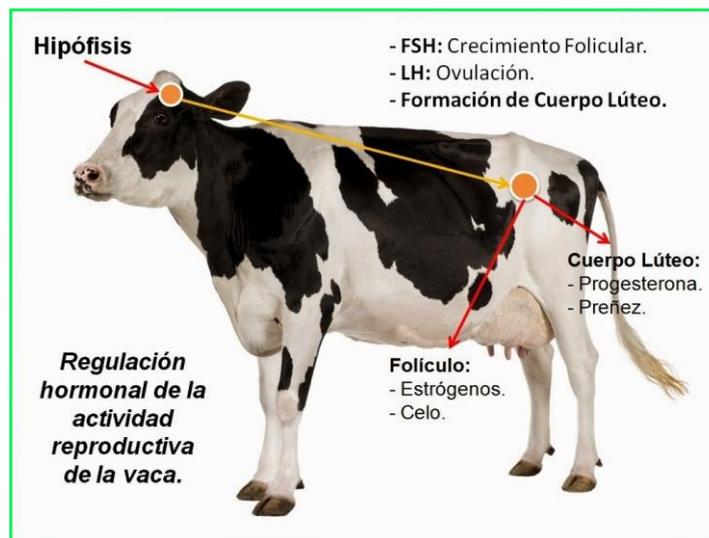
Incrementa el flujo sanguíneo en el ovario (efecto hiperémico).

Estimula por si sola en la teca interna del folículo la síntesis de testosterona a partir de colesterol en la hembra; y en el macho actúa sobre las células de Leydig.

Induce la formación del cuerpo lúteo y lo mantiene al estimular la secreción de progesterona por el cuerpo lúteo.

Induce la ovulación.

Se utiliza para sincronizar celos, para tratar quistes ováricos.



2.10 FUNCIÓN DE LA FSH

Hormona folículo estimulante FSH: glicoproteína compuesta por dos subunidades, α común a la FSH, LH y TSH, y la β específica en su actividad biológica.

El periodo de vida media es de +/- 2.5 horas. FSH regula el desarrollo, el crecimiento, la maduración puberal, y los procesos reproductivos del cuerpo. FSH y LH actúan de forma sinérgica en la reproducción.

ACCION:

Estimula periódicamente el desarrollo y crecimiento folicular, determinando las ondas de crecimiento folicular durante el ciclo estral (aumenta FSH= inicio de la onda, disminuye FSH= se selecciona el folículo dominante). Los folículos tienen receptores para FSH desde el estadio antral hasta el preovulatorio.

Junto con LH es responsable de la síntesis de estrógeno por los folículos en las células de la granulosa, una aromatasas que transforma sustancias androgénicas a 17β estradiol en la hembra también en las células de Sertoli (macho).

En macho actúa en las células de Sertoli, dentro de los tubos seminíferos, donde estimula la síntesis de inhibina, estrógenos y proteína transportadora de andrógenos. Es necesaria en la espermatogénesis.

Se utiliza en tratamientos de superovulación para transferencias de embriones.

2.11 LUTEÓLISIS

Durante un ciclo estral el cuerpo lúteo tiene una vida media fisiológica de 12 a 14 días; sin embargo, en la primera ovulación posparto alrededor de 25 por ciento de las vacas desarrollan cuerpos lúteos de vida corta (<10 días), 30 por ciento de vida larga (21 a 50 días) y 45 por ciento de vida normal (11 a 20 días).

La regresión prematura del cuerpo lúteo es una condición frecuente en los rumiantes en el primer ciclo estral, de la transición del anestro a la ciclicidad. Es decir, en la vaca es frecuente, que en el primer ciclo estral posparto y de la pubertad sean ciclos cortos; esto se debe a la liberación anticipada de la PGF2 α . Por otra parte, la causa de los cuerpos lúteos de vida larga (cuerpos lúteos persistentes) no es clara, pero se relaciona con alteraciones en la secreción de la PGF2 α debido a infecciones uterinas

Los quistes foliculares es la patología ovárica más frecuente en el ganado bovino lechero, provocando pérdidas económicas, debido al retraso del periodo del parto al primer servicio, por el costo de los tratamientos y por el riesgo que tienen las vacas de ser desechadas.

La incidencia ha aumentado conforme se ha intensificado la producción de leche. Entre 5 y 30 por ciento de las vacas desarrollan quistes foliculares en los primeros 60 días posparto; sin embargo, cerca de 60 por ciento de ellas se recupera espontáneamente.

Los signos clínicos de las vacas con quistes foliculares descritos en la literatura son: ninfomanía, ciclos cortos, masculinización y relajamiento de los ligamentos pélvicos.

Sin embargo, actualmente una alta proporción de las vacas con quistes foliculares muestran anestro.

UNIDAD III PARTO

3.1 FASES DEL PARTO

En cuanto a las etapas podríamos decir que el proceso de parto tiene tres etapas bien definidas: • dilatación del cérvix, • nacimiento del ternero, • expulsión de la placenta. La primera etapa dura de 2 a 3 horas en vacas adultas y de 4 a 6 horas en vaquillonas.

Fase de dilatación: Las contracciones del útero hacen que el cuello uterino se dilate hasta permitir el paso del cuerpo del neonato

Fase de expulsión:

Las contracciones uterinas ayudan al descenso de la cabeza del neonato.

Fase de alumbramiento:

Síntomas del parto

Reconocerá que una vaca está a punto de parir cuando observe:

Que el vientre, especialmente en el flanco derecho, ha aumentado de tamaño.

Que la ubre está llena y los pezones rígidos.

Que la vulva está enrojecida e inflamada con un líquido mucoso y sanguinolento.

Que el animal está inquieto.

Que en la vulva aparece la bolsa del agua.

Control endócrino del parto

El parto es el proceso fisiológico por el cual un feto viable es expulsado junto con los

fluidos y las membranas fetales fuera del útero materno. Debido a que la gestación depende de la secreción de progesterona por el CL, la luteólisis es un paso fundamental en el desencadenamiento del parto. La teoría de estrés fetal descrita en el ovino, incluye la liberación de ACTH por la hipófisis estimulando la glándula adrenal fetal a secretar cortisol. El estrés estaría provocado por el rápido crecimiento fetal y la incapacidad de la placenta para proveer los sustratos suficientes para el metabolismo fetal. La liberación de ACTH y activación del eje hipotálamo-hipófisisadrenal fetal podría estar iniciada a nivel del núcleo paraventricular y de aquí la importancia del sistema nervioso central.

El cortisol induce cambios enzimáticos en el metabolismo de las carúnculas y aumenta la producción de estrógenos a partir de la pregnenolona. La concentración de corticosteroides fetales va de 5 ng/ml 3 semanas antes del parto, a 25 ng/ml 4 días previos al parto y la ACTH fetal se incrementa marcadamente 2 días antes del parto y los corticosteroides fetales llegan a 70 ng/ml.

Hay un incremento marcado de la androstenediona, testosterona, sulfato de estrógenos y estrógenos en los últimos 20 días de gestación. La progesterona declina 2 a 3 semanas preparto, para caer debajo de 1 ng/ml a término. Los estrógenos estimulan la liberación de PGF₂ α por el endometrio y ambos se encargan de provocar la lisis del CL, el aumento de contractilidad del miometrio y la relajación del cérvix. Los estrógenos también estimulan la producción de mucus cérvico-vaginal para facilitar la expulsión del feto.

A su vez estimulan la liberación de oxitocina y síntesis de receptores para la oxitocina, y una vez comenzada la fase de expulsión, la acción mecánica del feto sobre el techo de la pelvis, el cérvix y la vagina desencadena un reflejo neuro-humoral con contracción de la musculatura abdominal y la liberación mayor aun de oxitocina (reflejo de Ferguson), que contribuye a las contracciones uterinas. Las contracciones uterinas comienzan en los extremos de los cuernos provocando el desprendimiento e invaginación de la placenta.

La vaca puede alterar el momento del parto por situaciones de estrés o cambios en el manejo, probablemente mediante la liberación de la adrenalina que relaja la musculatura uterina. Por lo tanto se dice que el feto controla el día en que se producirá el parto y la madre controla la hora. Los glucocorticoides fetales son los encargados de la maduración estructural y funcional de los pulmones necesarios para la vida extra uterina. La eliminación de las membranas fetales puede llevar hasta 12 horas en el bovino debido al tipo de placenta.

El parto puede dividirse en tres estadios, el primero incluye la dilatación del cérvix, el segundo, la expulsión del feto y el tercero, la eliminación de las membranas fetales.

BIBLIOGRAFÍA Hafez, E.S.E. 1987. Reproduction in farm animals, 5th edition, Lea & Febiger,

3.2 CUIDADOS DE LA MADRE Y DEL RECIÉN NACIDO

CUIDADOS EN EL NEONATO

Inmediatamente después del parto hace falta tener en cuenta 2 factores muy importantes para el estado de salud del ternero la respiración y el ombligo. En el ganado vacuno el ombligo se rompe antes de terminar el periodo de expulsión, las arterias y venas se retraen a la cavidad abdominal se taponan con los trombos sanguíneos y de todo el cordón umbilical solo queda la vagina amniótica.

Después de la interrupción de la circulación placentaria aumenta el nivel de CO₂ en la sangre fetal lo que irrita el centro de la respiración y aparecen las primeras inspiraciones, las cuales van acompañadas por tos y estertores, como consecuencia de la presencia de los líquidos fetales en la tráquea y los bronquios. Con la primera inspiración termina también la circulación fetal y se inicia la circulación post-natal.

En caso de partos prolongados los terneros nacen a veces asfixiados y es necesario iniciar

inmediatamente los ensayos de respiración artificial. La respiración artificial se puede aplicar por varios métodos. En cada caso es necesario situar al ternero en un nivel inclinado y antes de iniciar la operación se recomienda eliminar con una toalla limpia el moco de la boca y nariz y extraer la lengua

En caso de asfixia ligera tiene éxito la irritación de la nariz con un palito o tallo fino y limpio, lo cual pronto provoca el estornudo y luego la respiración.

En caso más graves se levanta la parte trasera del ternero y sacándole la lengua se efectúan compresiones rítmicas del tórax y masaje del corazón. Para revivir a los terneros hay también algunos instrumentos especiales que son muy útiles, pero bastante caros.

Después que el recién nacido inicia las primeras respiraciones, es necesario procurarse sobre todo la desinfección del ombligo. Desatender esta norma significa un peligro para la vida del ternero debido a las infecciones locales y totales que pueden presentarse y que ocasionan grandes pérdidas. El resto de cordón umbilical se debe sumergir en soluciones desinfectantes tales como; solución de alcohol y formalina a partes iguales, fenol a 5%, solución de creolina.

Estas soluciones no solamente ejercen su poder de desinfección sino también impregnan el tejido y lo protegen contra la penetración de los microbios y aceleran el proceso de la necrosis seca y la caída del mismo.

Tan pronto los terneros buscan los pezones se les deja mamar (después de lavar la ubre) y se les ayuda para que no se caigan, al cuidar y seguir los primeros pasos del ternero después del parto. Es necesario tener en cuenta que la primera alimentación del ternero con el calostro tiene una importancia enorme para la vida del recién nacido. Los terneros que por cualquier razón no maman el calostro se desarrollan muy mal y manifiestan una gran tendencia a enfermarse.

Por tanto, es muy importante que ingieran calostro en las primeras 2h después del

nacimiento y por lo menos durante 2 a 3 días después del parto.

CUIDADOS EN LA MADRE

La madre se encuentra generalmente muy agotada después del parto por lo que requiere un cuidado muy particular. En casos sospechosos o después de partos difíciles es recomendable convencerse sobre el estado de los órganos reproductores (presencia de otro feto, heridas o perforaciones uterinas y vaginales, hemorragias etc) mediante el examen vaginal.

Es posible realizar este examen si se respetan las reglas y precauciones técnicas y debe tenerse en cuenta que con las manos sucias se puede infectar el útero fácilmente por su poca resistencia y también por el hecho de que el útero puerperal y su contenido son el mejor medio de cultivo y una buena incubadora para todos los gérmenes que penetran en él.

Para poder realizar el examen del útero es mejor usar los guantes obstétricos estériles o trabajar con las manos bien lavadas con jabón, vaselina, crema de sulfas o anti biótico, o con lubricante especiales.

Trabajar con las manos sin protección es posible solo en crías que se encuentren libres de enfermedades infectocontagiosas transmisible al hombre.

En la práctica diaria es a veces corriente depositar en la cavidad uterina después del parto normal y espontáneo bolos uterinos para evitar complicaciones infecciosas.

Durante el periodo puerperal precoz hay que ofrecer una gran atención a la ubre al prevenir las infecciones e inflamaciones. Es muy conveniente mantener la glándula mamaria con un máximo de higiene y se debe controlar su configuración, sensibilidad, tamaño y secreción.

Es totalmente incorrecto ordeñar las vacas antes del parto o después de este sin brindar

la primera leche (calostro) al ternero recién nacido, lo que le impide de ese modo incorporar materiales biológicos e inmunobiológicos importantísimo, necesario para los primeros días extra uterinos.

3.3 PUERPERIO

I involución uterina

El útero después del parto sufre modificaciones macroscópicas y microscópicas, hasta alcanzar las características de un útero no gestante, lo cual lleva de 30 a 45 días. Su peso y tamaño posparto disminuyen rápidamente como consecuencia de la atrofia de las fibras musculares; por necrosis de las carúnculas y por eliminación de líquidos.

Al mismo tiempo que el útero reduce su tamaño, el endometrio sufre un proceso regenerativo para estar en condiciones de albergar una nueva gestación.

La involución es favorecida por las contracciones uterinas, las cuales facilitan la eliminación de fluidos y desechos, y reducen el tamaño del útero.

Las contracciones son provocadas por la secreción continua de $\text{PGF2}\alpha$, de origen uterino y por la oxitocina secretada durante el amamantamiento. La $\text{PGF2}\alpha$ se secreta durante las tres primeras semanas posparto y se considera que su participación es necesaria para que la involución uterina ocurra normalmente.

Durante la involución uterina se eliminan por la vagina secreciones conocidas como

loquios, las cuales están formadas por restos de membranas, carúnculas, fluidos fetales y sangre.

Estas secreciones varían de color rojo a café, tienen consistencia viscosa y son inodoras.

La mayor parte de los loquios se desecha durante las primeras contracciones uterinas, lo que facilita la eliminación de los agentes infecciosos.

Además, la actividad de los neutrófilos es afectada por deficiencias de Antioxidantes y por la profundidad del balance energético negativo.

3.4 RETENCIÓN DE LA PLACENTA

Es común en bovinos, en específico en vacas lechera.

En el bovino las membranas fetales son expulsadas fisiológicamente dentro de las primeras 12 hrs. después del parto. La retención total o parcial de la misma por un periodo mayor se considera patológico. La complicación más común es la metritis, la cual se evidencia por fiebre, depresión, descargas fétidas y síntomas generales de septicemia.

La placenta se elimina durante las 12 horas siguientes al parto, la Retención de la placenta por más de 24 horas se considera una patología. La retención placentaria (RP) es una alteración frecuente del Puerperio, la cual debe ser considerada como un signo clínico de diversas Condiciones que pueden tener su origen en problemas de tipo Infeccioso (abortos), metabólico (hipocalcemia, cetosis, síndrome de la vaca gorda), deficiencias nutrimentales (selenio y vitamina E) y Errores de manejo (demasiada intervención en los partos).

La incidencia de RP varía de 5 a 15 por ciento y depende, en gran parte, del estado de salud y manejo del hato. La RP es el principal factor de riesgo de las infecciones uterinas (metritis puerperal, metritis, endometritis y endometritis subclínica); también ocasiona un retraso del periodo del parto a la concepción y se asocia con una reducción del porcentaje de concepción en el primer servicio.

En términos económicos, se ha determinado que la RP ocasiona importantes pérdidas debido principalmente a los costos de los servicios médicos, incremento de la tasa de eliminación y disminución de la fertilidad. Además, las vacas con retención placentaria producen 355 kg menos de leche durante los primeros 60 días, que las vacas que no presentan esta patología.

Es bien conocido, pues las membranas son visibles, formando una masa que sobresale por los labios y pueden descender hasta el corvejón con expulsión de un líquido sanguinolento maloliente. De otra parte, el animal no parece incomodo, el apetito se conserva, se reduce la lactancia.

CAUSAS

Casos prematuros o abortos. Cesáreas.

Desnutrición. Deficiencia de minerales.

Deficiencias y trastornos hormonales. Enfermedades infecciosas.

Herencia.

Complicaciones al momento del parto. Edad del animal.

Vacas muy productivas. Épocas del año.

OTRAS CAUSAS

La causa básica de la retención placentaria es una falla en las vellosidades o en los cotiledones para desprenderse de las criptas en las carúnculas.

Un número considerable de retenciones placentarias están asociados con aborto.

Brucelosis, vibriosis, tuberculosis, leptospirosis y otras más.

Las deficiencias nutricionales de vitamina E, selenio, fósforo y zinc.

La hipocalcemia subclínica o clínica puede predisponer a una placenta retenida y metritis debido a que el útero no involuciona.

3.5 DISTOCIA

Una de las preguntas más habituales que suelen hacer los ganaderos en el comienzo de su actividad es: El control en los días previos al parto es fundamental: observar cómo se realiza la preparación al parto, el control de la alimentación de la vaca, así como su estado general. Todos los posibles signos clínicos observados en los días previos (la presencia de prolapso vaginal preparto, anorexia, dolor abdominal, heces líquidas, asimetría en la ubre, cola levantada, pérdida de volumen de la ubre, etc.) van a aportar información relevante.

Uno de los signos más indicativos de que se aproxima el parto es que la vaca se separe del resto. El animal se encuentra incómodo, no acude a comer, se levanta y se tumba, y pierde el tapón mucoso. Finalmente, cuando la vaca se tumba comienzan las contracciones. En estos momentos la persona encargada deberá estar pendiente de la evolución del parto, especialmente cuando se observa que comienza la fase de expulsión. Hay que controlar si expulsa la bolsa, si hay rotura de aguas, si se exterioriza alguna parte del ternero, etc. Se recomienda no tocar a la vaca si no es necesario y, sobre todo, no

apresurarse en la extracción del ternero. La recomendación siempre es la de no intervenir si no es necesario. Es frecuente que algunos ganaderos, en estos momentos de incertidumbre, se pongan nerviosos y quieran extraer a la cría antes de tiempo por miedo a que esta se ahogue. En ese caso es importante explicar las posibles consecuencias de una manipulación precoz (rotura del cuello de útero, desgarros vaginales, episiotomía por falta de dilatación vulvar, etc.). Una vez que se inician las contracciones, indicativas de que el proceso del parto se ha desencadenado, se recomienda su control periódico, cada 20-30 minutos, y siempre desde lejos de forma visual. Observar que la vaca se tumba y comienza a empujar, cómo se ven las patas del ternero y cómo va saliendo en cada contracción un poco más. Si tras una hora de parto no se observa ninguna parte del ternero y la vaca continúa haciendo fuerza o lleva la cola levantada y se ve colgando parte de la placenta, pero el ternero no asoma, o la vaca ha roto la bolsa de agua pero no se percibe que haga fuerza es el momento de realizar una exploración vaginal. El tiempo de espera que se recomienda es de una hora y media en vaca y dos horas y media en novilla tras los primeros signos observados, pero es muy importante el criterio de un observador experimentado. Antes de cualquier actuación, es fundamental realizar una buena anamnesis (aprovechando el momento en que nos colocamos la vestimenta para partos: guantes, lubricante y desinfectante). Es importante la información de días de gestación; si la gestación fue por inseminación o por monta natural; en caso de ser una ganadería con toro, tamaño de sus crías; historial de la vaca (número partos, distocias en partos anteriores, mortalidad perinatal, estado sanitario de la ubre, asistencia al ternero tras el parto, etc.). Antes de la exploración es importante sujetar bien a la vaca previendo la posibilidad de que en el momento de la extracción pueda tumbarse. Lo ideal es anudarla con poca cuerda y a media altura, en una zona en la que se pueda manipular bien al animal y sin riesgo de que se quede encajado al postrarse. En este momento es importante la

observación externa de la vaca: estado general, signos de fatiga, preparación al parto (ubre bien preparada, dilatación de vulva, distensión de los ligamentos, etc.). También debe inmovilizarse la cola en un lateral y realizar un lavado vulvar con agua y yodo. Una vez hecho esto se puede llevar a cabo el examen obstétrico por vía vaginal.

EXAMEN OBSTÉTRICO

En la primera valoración se examina el tamaño del canal del parto (si es estrecho, si está dilatado, si está engrasado o si hay alguna malformación). Introduciendo más la mano se alcanza el cuello del útero, en cuya exploración se evaluará el grado de dilatación y si existe torsión:

GRADO DE DILATACIÓN DEL CUELLO DEL ÚTERO

Se puede observar que:

No existe dilatación. Esta es la alteración más frecuente en novillas. En estos casos debe aplicarse un espasmolítico que actúe sobre las fibras musculares del útero (por ej. hidrocloreuro de vetrabutina, que requiere una prescripción excepcional porque no está registrado para vacuno). Se debe valorar la dilatación del cuello cada 30 minutos mediante palpación con un periodo máximo de dos horas sin resultados. Existe dilatación incompleta. Esta alteración aparece con más frecuencia en vacas con déficit alimentario y baja condición corporal. Se recomienda pinchar un espasmolítico de cuello de útero y realizar un ligero masaje manual del cuello. En ambos casos, cuando tras estas actuaciones el cuello no se dilata hay que optar por la realización de cesárea.

Nunca se deberá intentar extraer el ternero cuando el cuello no se haya dilatado completamente porque existe un riesgo muy alto de romperlo o de producir un prolapso al extraer el ternero. En ambos casos, con mal pronóstico para la vaca.

TORSIÓN DE CUELLO DEL ÚTERO

Se produce cuando el útero se gira dentro del abdomen. Este proceso es más frecuente

en animales que se encuentran en zonas de montaña o en aquellos que tienen que subir o bajar grandes desniveles durante la gestación.

La torsión puede ser: Media: cuando se palpa la torsión introduciendo la mano o los dedos en el útero Total: cuando el cuello está completamente cerrado. Es uno de los procesos más costosos de corregir para el veterinario y que más experiencia requieren. La torsión se debe resolver mediante el giro del útero en la dirección contraria a la torsión. Dicha manipulación puede realizarse mediante manipulación rectal girando manualmente el útero o bien mediante el volteo de la vaca, asegurando correctamente el giro de vaca. Siempre debe intentarse la resolución de la torsión, dejando para última opción la cesárea. En el caso de torsiones incompletas es más sencilla la resolución manual, sobre todo si se ha roto la bolsa, porque se puede agarrar al ternero más fácilmente lo que ayuda a realizar el giro. En el caso de torsiones completas es más costoso porque dependiendo del tamaño de la vaca y del feto cuesta localizar una zona para ejercer la presión. Además, en este caso, tras la resolución de la misma podemos encontrarnos con dilatación incompleta del cuello uterino que habrá que resolver siempre previamente a la extracción del ternero.

Una vez se ha realizado la valoración del canal del parto y del cuello del útero, lo siguiente a examinar es: **TAMAÑO DEL TERNERO**

Se debe valorar si el tamaño del ternero es equilibrado con el espacio del canal del parto. Desequilibrios entre dimensión de canal de parto y tamaño de ternero son la principal causa de cesárea. Esto se presenta principalmente en ganaderías de aptitud cárnica en las que se realiza monta natural. Cuando se trabaja con inseminación artificial no suele haber distocias por esta causa. **VITALIDAD**

Hay que determinar si el ternero está vivo, si tienen mucha o poca vitalidad o si está muerto. En caso de terneros muertos se puede contemplar la resolución del parto

mediante fetotomía.

3.6 RESOLUCIÓN DE DISTOCIA

Maniobras obstétricas

Mutación

Extracción forzada

Fetotomía

Operación cesárea Mutación

Es la manipulación necesaria para corregir la presentación, posición y actitud del feto que se presenten de manera anormal estorbando la evolución fisiológica del mismo. Para hacer la mutación, es necesario que haya espacio dentro del útero.

Repulsión: Consiste en empujar al feto hacia la cavidad uterina y puede ser manual o instrumental, con muleta o cadenas. También están la rectificación, que busca corregir las flexiones de las extremidades fetales; la rotación, que es el cambio de ubicación del feto para que pase por el canal del parto y siga la línea de conducción; y el rechazamiento, que se usa cuando el feto encajado en la pelvis no puede adelantar en el canal del parto.

Tracción forzada

Este auxilio obstétrico está indicado en las siguientes condiciones: cuando hay un disturbio en el parto o el feto es grande, cuando el canal obstétrico permite el paso con tracción o cuando han disminuido las contracciones en fuerza e intensidad

Fetotomía

Comprende todas las intervenciones operatorias cruentas encaminadas a disminuir el volumen del feto dentro del cuerpo de la madre, realizando secciones para facilitar su extracción. Se efectúa en casos de estrechez pélvica o volumen excesivo de la cría, y en general cuando ya está muerta. Se divide en parcial, cuando la dificultad se puede resolver

amputando solo determinada parte del cuerpo, o total, cuando el cuerpo es tan voluminoso debido a alguna alteración patológica. En este caso, cuando hay pocas probabilidades de éxito, es posible que el sacrificio de la madre sea necesario.

Versión

Maniobra que combina la tracción y la repulsión combinación de ambas muy difícil en animales muy grandes.

Cesárea

Esta puede ser preferible a la fetotomía en casos de debilidad general y distocia prolongada, aun incluso cuando la cría esté muerta. Sus ventajas radican en la posible supervivencia del feto, es un procedimiento más rápido o la fetotomía no se puede realizar.

TRATAMIENTO

Cualquier tipo de tratamiento debe conducir a la restitución de la hebra a un estado reproductivo útil, lo más pronto posible, prevenir las complicaciones secundarias y mejorar el estado general del animal.

Estreptomicina 12mg x kg de peso por tres a cuatro días cada 24 hrs. I.M. sin dexametazona

MEJORAR LA CONDICION DE LA HEMBRA

1.-Administración de suero glucosado al 10%. 2.-Administración de protectores hepáticos.

3.-Tomar medidas preventivas tales como:

Control de enfermedades infecciosas reproductivas. Control periódico de mastitis

Control de endoparásitos.

Balancear la relación proteína - energía en la ración de las vacas próximas. No vacunar hembras próximas al parto. Evitar estados estresantes de la hembra próxima. Tratamiento de las hembras próximas con pododermatitis. Evitar el cebamiento

de la hembra próxima.

Descartar vacas con tendencias a retención placentaria.

3.7 CÉRVIX

Estructura cartilaginosa de tres anillos que sirve como punto de referencia en palpación del aparato reproductor y sirve para conectar el útero con la vagina.

En la gestación se produce un gel viscoso que se conoce como tapón de Warthom que impide el paso de gérmenes al producto o gestación nueva.

El cérvix es un órgano de paredes gruesas, que establece la conexión entre la Vagina y el útero. Está compuesto de tejido conectivo denso y músculos, y será nuestra referencia al inseminar una vaca. La entrada al cérvix está proyectada hacia la Vulva en forma de cono. Esto forma un círculo ciego de 360° que rodea completamente la entrada al cérvix. Esta base ciega del cono es conocida como Fórnix. El interior del cérvix contiene tres o cuatro Anillos, a veces llamados pliegues. Este diseño le facilita al cérvix ejercer su función principal, que es la de proteger el útero del medio ambiente exterior. El cérvix se abre hacia adelante al Cuerpo Uterino. Como de una pulgada de largo, el Cuerpo Uterino sirve de conexión entre los dos Cuernos Uterinos y el cérvix. El Cuerpo Uterino es el sitio donde se debe depositar el semen durante la Inseminación Artificial.

También llamado cuello uterino, esta estructura de tipo cilíndrica y paredes gruesas de 8 a 10 cm de longitud establece la conexión con el útero. El cérvix facilita el transporte de espermatozoides hacia la luz del útero, actúa como reservorio de las células y se relaja durante el celo para hacer posible la apertura del canal cervical.

Está compuesto de tejido conectivo denso y músculos, y es la referencia de los inseminadores al momento de aplicar IA a una vaca. (Lea: El cérvix, mitos y verdades de esta región productiva de las vacas)

Su interior tiene 3 o 4 anillos que le facilitan otra función, la de proteger el útero del medio ambiente, aunque representan el segundo obstáculo para la IA. En la gestación, el conducto cervical queda sellado por un moco viscoso que evita el transporte de esperma o la invasión de bacterias.

Cabe recordar que el tamaño, la consistencia y la forma del cérvix varían de acuerdo a la edad del animal, su raza, el número de partos que haya tenido, entre otros factores.

3.8 ANOMALIAS DEL CÉRVIX

Cérvix bífido

Una de las anomalías es el cérvix bífido tiene dos conductos los cuales pueden ser o no funcionales y van a presentar dificultades al parto impidiendo la dilatación de este y paso del producto (neonato)

Causas congénitas: Aplasia e infantilismo

- Aplasia Segmentaria
- Quistes Congénitos
- Oviductos accesorios



La falta de desarrollo de los cuernos uterinos puede deberse también a Free Martinismo se verá en la siguiente materia en forma amplia

Enfermedad quística ovárica bovina

Es una de las mayores causas de problemas reproductivos en el hato lechero. Los quistes se desarrollan cuando ocurre una falla en la ovulación y los folículos aumentan de tamaño más allá del diámetro del óvulo y persisten interrumpiendo los ciclos estrales.

Existen 2 grandes tipos: foliculares y luteínicos, que se dividen en otros subtipos. Los primeros son los más frecuentes (entre el 60 y 70 % de los casos) y se originan de folículos no ovulados con ausencia de hormona LH que favorece el desarrollo del cuerpo lúteo.

Los segundos también pueden darse por un trastorno en la secreción de LH. Poseen una pared más gruesa de material luteinizado y producen altas concentraciones de progesterona en sangre.

Según un estudio realizado entre diciembre de 2013 y noviembre de 2014 sobre las enfermedades que más causan abortos en hatos lecheros, se encontró una alta incidencia de quistes ováricos en Boyacá.

3.9 FUNCIÓN DE LA OXITOCINA

Oxitocina: también se produce en el cuerpo lúteo. Tiene dos orígenes: hipotálamo y ovario.

Relacionada con los patrones sexuales y con la conducta maternal actúa también como

neurotransmisor en el cerebro. En las hembras, la oxitocina se libera en grandes cantidades tras la distensión del cérvix uterino y la vagina durante el parto, así como en respuesta a la estimulación del pezón por la succión del bebé, facilitando por tanto el parto y la lactancia.

ACCION:

Sobre la musculatura lisa

Contráctil, sobre células mioepiteliales de la glándula mamaria (eyección láctea)

Para ayudar al parto o a la expulsión de placentas retenidas

Contráctil sobre las fibras longitudinales del miometrio permitiendo la expulsión del feto durante el parto y después del parto la involución uterina.

Liberada durante el coito (por macho y hembra) favoreciendo el transporte espermático y el descenso del ovulo

Induce la síntesis de $\text{PGF2}\alpha$ en la mucosa uterina participando en la luteolisis.

Hormona originada en el lóbulo posterior de la hipófisis, obtenida sintéticamente, perteneciente al grupo de los oxitócicos. La prehormona se sintetiza en el retículo endoplasmático, y se procesa, transporta y excipiente en los gránulos.

Actúa estimulando selectivamente la actividad motora del útero, aumentando las contracciones y el tono. La respuesta uterina a la hormona oxitócica es afectada por la acción de las hormonas sexuales femeninas; refuerza la motilidad uterina si el órgano está dominado por los estrógenos (estro, proestro y fase final de la gestación), pero no si lo está por la progesterona (diestro y gestación). La oxitocina también causa la contracción

de las células mioepiteliales de los acinos mamarios, provocando la eyección de la leche.

3.10 FUNCIÓN DE LA RELAXINA

Inhibinas: proteína aislada de extractos testiculares y también en el líquido folicular.

Su función principal es inhibir la secreción de la gonadotropina FSH. Tiene relación con la testosterona. Producidas en las células de Sertoli en testículo y en folículos antrales (granulosa) en ovarios. Las inhibinas realizan RAN sobre hipotálamo e hipófisis, frenando la síntesis de FSH-Rh y FSH.

ACCION:

Control en la secreción de FSH.

Acción paracrina en el desarrollo folicular.

Relaxina: polipéptido producido por el cuerpo lúteo del ovario durante la preñez. En algunas especies también por la placenta y el útero.

ACCION:

Dilatación del cérvix y vagina antes del parto. Inhibición de las contracciones miométriales. Mejora la motilidad del espermatozoide en el semen.

3.1.1 ESTIMULACIÓN FOLICULAR

Foliculogénesis

Proceso de desarrollo y crecimiento folicular, continuo e irreversible.

La foliculogénesis es el proceso de maduración del folículo ovárico, una estructura compuesta por células de la granulosa que rodea el ovocito y dentro de la cual se desarrolla la ovogénesis o división meiótica del ovocito.

La foliculogénesis se desarrolla de manera paralela a la ovogénesis y durante este proceso el folículo pasa por diversos estadios: folículo primordial, folículo primario, folículo secundario o preantral, folículo terciario o antral y folículo de Graaf.

Tabla 1. Número de ondas foliculares y características del folículo dominante durante el ciclo reproductivo en hembras ovinas.

Número de ondas foliculares por ciclo	Diametro máximo del folículo dominante (ovulatorio) (mm)	Referencia
2	5,8±0,2	23
3	6	24
3	5,8±0,2	25
3	ND*	26
3	5,9±0,2	27
2-3	5,42±0,30	28
2-3	6,2±0,2	11
2-3	4,7±0,4	29
2-4	6,3±0,1	8
2-4	5,7±0,2	9
6	5,9±0,2	30

*No determinado.

En la mayoría de los animales los últimos estadios del desarrollo folicular se presentan en un patrón de ondas durante el ciclo estral. Una onda folicular es caracterizada por el crecimiento sincrónico de un grupo de folículos, uno (o un número especie-específico) de ellos continúa creciendo (folículo dominante) mientras los otros regresan por inhibición de su desarrollo (folículos subordinados). La función folicular ha sido estudiada en la oveja, aunque la descripción del patrón de desarrollo folicular ha sido controvertida en los estudios iniciales. Algunos autores describieron el crecimiento folicular como continuo e independiente de la fase del ciclo. Otros estudios apoyaron un patrón de ondas.

Actualmente, hay un acuerdo general que reconcilia ambos puntos de vista; el cual es basado sobre la alta variabilidad en el número de grupos desarrollándose en cada onda (el grupo de folículos) y la alta variabilidad en el número de grupos desarrollándose en cada ciclo estral. De esta forma, folículos > 5 mm de diámetro exhibirán un patrón de onda mientras folículos menores a 4 mm crecerán al azar. Muchos estudios describen dos a cuatro ondas foliculares durante el ciclo estral, con uno describiendo hasta seis ondas por ciclo. La selección folicular es el proceso por el cual se disminuye el número de folículos en crecimiento en una onda de acuerdo al número de folículos especie-específicos que ovulan. Durante el ciclo estral, el folículo dominante y el folículo subordinado mayor alcanzan diámetros máximos de 5-7 y 3-5 mm, respectivamente. En muchos casos los folículos ovulatorios se desarrollan desde un grupo de folículos desde la última onda folicular, pero también pueden originarse desde la penúltima onda folicular. Comprender los mecanismos que involucran el desarrollo folicular es importante para diseñar estrategias que mejoren los aspectos reproductivos y productivos en pequeños rumiantes.

3.12 PRIMERA Y SEGUNDA OLEADA FOLICULARES

Reclutamiento: inicio de la onda. Un grupo de folículos antrales pequeños son reclutados por acción de las gonadotropinas. La FSH estimula el crecimiento de estos que desarrollan receptores de LH en las células de la teca interna, lo que permite la síntesis de andrógenos, los cuales proveen el sustrato para que la FSH sintetice estrógenos para la activación de una aromatasa.

Dura de 2 a 4 días.

Selección: un folículo continúa creciendo y se hace dominante sobre los demás, este es

responsable de casi todo el estrógeno circulante en el plasma de la hembra. Por desarrollo de más receptores o por secretar hormonas paracrinas inhiben el desarrollo de los demás.

Dominancia: el folículo seleccionado crece más que los otros, que se atresian paulatinamente. En esta etapa hay 3 fases de crecimiento:

Estática:

Temprana.

Tardía.

Regresión: atresia en presencia de un cuerpo lúteo funcional siendo alta la concentración de P4

en la fase lútea. El estrógeno producido por el folículo dominante potencia la RAN de la P4 sobre GnRH, disminuyendo la frecuencia de pulsos de LH y FSH, atresia doce el folículo.

Posteriormente disminuye la concentración de estrógeno, aumenta FSH y se inicia una nueva onda de crecimiento folicular.

3.13 PERSISTENCIA DE CL

Quistes foliculares

Los quistes foliculares es la patología ovárica más frecuente en el ganado bovino lechero, provocando pérdidas económicas, debido al retraso del periodo del parto al primer servicio, por el costo de los tratamientos y por el riesgo que tienen las vacas de ser

desechadas.

La incidencia ha aumentado conforme se ha intensificado la producción de leche. Entre 5 y 30 por ciento de las vacas desarrollan quistes foliculares en los primeros 60 días posparto; sin embargo, cerca de 60 por ciento de ellas se recupera espontáneamente. Los signos clínicos de las vacas con quistes foliculares descritos en la literatura son:

Ninfomanía, ciclos cortos, masculinización y relajamiento de los ligamentos pélvicos. Sin embargo, actualmente una alta proporción de las vacas con quistes foliculares muestran anestro.

3.14 HIPOCALCEMIA

El metabolismo de los minerales, especialmente el del calcio (Ca), no es la excepción a esta situación de desequilibrio. Es por ello que los desbalances minerales constituyen un tema de preocupación asociado al bienestar animal y a la rentabilidad de la industria lechera. Sin embargo, su impacto en los sistemas productivos por lo general pasa desapercibido, ya que en la mayoría de los casos tiene una presentación subclínica, afectando la salud y los niveles productivos, pudiendo confundirse con otras alteraciones. Cabe mencionar que todas las vacas experimentan una disminución del calcio sanguíneo. La concentración más baja de calcio en sangre ocurre dentro de las 12 a 24 horas del parto y generalmente retorna a la normalidad, en vacas sanas, dentro de 2 a 3 días post parto. Esta disminución queda a la espera que los mecanismos homeostáticos que regulan el metabolismo del calcio se adapten a la gran demanda de este mineral y puedan compensarla.

El calcio es indispensable para el desarrollo de tejidos muscular y óseo, así como en el mantenimiento de respuestas vitales (transmisión nerviosa, contracción muscular, entre otras).

Por esto, mantener una concentración lo más constante de calcio en sangre es de importancia vital para el animal.

Es así que la importancia de la prevención de la hipocalcemia al parto se basa en sus consecuencias.

Trabajos de Curtis et al. (1985) y Gröhnet al. (1990) indican que cada vaca que padece un caso de hipocalcemia al parto presenta 7,2 veces más posibilidades de tener un parto distócico, 5,7 veces más posibilidades de padecer retención de placenta y 5,4 veces más posibilidades de manifestar casos clínicos de mastitis durante los primeros 90 días en

leche, a la vez que aumenta la posibilidad de episodios de metritis, desplazamiento del abomaso y cetosis.

REQUERIMIENTO:

DE MACROMINERALES SE REQUIERE CONCENTRACIONES DE ARRIBA DE 100PPM EN BASE A LA RACION DIARIA

EL CALCIO SE ENCUENTRA EN EL 98% EN FORMA ORGANICA Y EL 2% RESTANTE EN FORMA DE FLUIDOS EXTRACELULARES.

FUNCIONES: TRANSMISION NERVIOSA, EXCITABILIDAD MUSCULAR, COAGULACION SANGUINEA, ACTIVACION DE ENZIMAS.

APROXIMADAMENTE EL 50% Ca SANGUINEO SE ENCUENTRA UNIDO A LA ALBÚMINA EL RESTO EN FORMA SOLUBLE.

3.15 HIPOFOSFATEMIA

DEFINICIÓN.

La hipofosfatemia es el resultado de la deficiencia primaria de fósforo en la dieta.

ETIOLOGÍA.

La deficiencia es primaria usualmente y resulta en una múltiple disfunción de los sistemas y eventualmente la desmineralización del hueso. La deficiencia de fósforo es usualmente primaria, aunque una deficiencia severa de vitamina D puede exacerbar el problema. Se considera que el exceso de Ca en la dieta puede reducir la disponibilidad del fósforo en la dieta y producir o desencadenar una hipofosfatemia.

PATOGENIA.

El fósforo es esencial para muchos procesos intracelulares, en el glicólisis, conservación de la membrana, transporte de oxígeno, contracción muscular, es un componente importante de hueso, dientes, leche y saliva del rumiante y su deficiencia puede afectar estos sistemas.

SIGNOS CLÍNICOS.

La mayoría de las manifestaciones clínicas por deficiencia de fósforo, se originan solo después de meses con deficiencia en la ingesta. En ganado joven la deficiencia de fósforo tiene como resultado un crecimiento lento o pobre y raquitismo. En ganado adulto hay disminución de la producción láctea, pérdida de peso y apetito deprimido. Hay osteomalacia debido a una prolongada deficiencia de fósforo en la dieta. Hay depresión del apetito.

La pica se manifiesta como animales que comen tierra, lamen paredes encaladas y piedras, hay osteofagia que puede producir en forma secundaria botulismo o reticuloperitonitis traumática.

En la deficiencia de fósforo se presenta la infertilidad.

UNIDAD IV TÉCNICA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

La Inseminación Artificial (IA) es la técnica de reproducción asistida en bovinos que más impacto ha tenido en la producción y mejoramiento genético en las pasadas seis décadas (Bertolini y Bertolini, 2009), aún y cuando en sus inicios hubo quienes la rechazaron debido a considerarla antiética, hoy día son Innegables las ventajas e impactos positivos que devienen de su uso, como disminuir la transmisión de enfermedades venéreas, elevar la eficiencia

Reproductiva de los sementales (haciendo que los mejores tengan mucha más progenie que utilizando la monta directa) y mejorar la estimación del valor genético de los mismos (al tener más hijos es más confiable determinar cuáles son los mejores sementales para cierta característica; Palma y Brem, 1993), por lo que resulta obvia su contribución al desarrollo de la ganadería a nivel mundial (Giraldo, 2007).

Pese a ser una técnica relativamente sencilla, es de suma importancia su correcta ejecución y cuidar en extremo los detalles que la envuelven para obtener buenos resultados, dicho de otro modo, es imperativo aprenderla de modo que el inseminador no solo sea capaz de llevarla a cabo, sino también de que entienda lo valioso de realizarla siempre de la mejor manera posible, y de que demuestre el mismo interés por la sanidad, la anatomía, la fisiología de la vaca, su bienestar y contar con un sólido programa de reproducción en el hato (O'Connor, 1993).

Previendo esto, la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad

Veracruzana ha impartido ininterrumpidamente desde 1975 un curso de inseminación artificial en ganado bovino - parte de su programa de educación continua- abierto al público en general, de modo que tanto veterinarios, estudiantes de medicina veterinaria, ganaderos, vaqueros y cualquier persona interesada en el tema puedan tener acceso a la información y conocer la técnica de manera adecuada

LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

4.1 DETECCIÓN DE CELOS

La Inseminación Artificial (IA) es una técnica que consiste en el depósito de semen en el aparato reproductivo de la hembra mediante equipo especializado, procurando hacerlo en el momento en que sea más probable lograr una gestación (Cortés, 2001).

Existen relatos acerca de que los árabes ya la utilizaban hace siglos en sus caballos, pero la primera IA exitosa de la que se tiene registro fue realizada por Spallanzani en una perra (1784). Fue hasta 1936 que Eduard Sörensen y GyllingHolm establecieron la primera cooperativa lechera que utilizaba IA obteniendo altos índices de gestación (Foote, 2002). Desde entonces la IA ha contribuido al desarrollo mundial de la ganadería como ninguna otra técnica de reproducción asistida, por la gran cantidad de ventajas que confiere su uso, entre las que se encuentran:

Mejoramiento genético: permite que genes superiores de toros seleccionados se esparzan en el hato (Verma et al., 2012).

Optimiza el uso de los sementales: permite alargar la vida productiva de toros de alto valor genético ya que las pajillas congeladas permanecen viables por tiempo indefinido, además sementales incapacitados para la monta, pueden seguirse utilizando, incluso puede usarse el semen de toros de otros países (Bavera, 2005)

Rentabilidad: un toro puede ser caro y siempre está el riesgo de que presente problemas reproductivos que no serán detectados hasta que pasen meses con un grupo de vacas, tiempo en el que se abrirán los períodos entre partos (Verma et al., 2012).

Permite apareamientos difíciles: debido a diferencias de conformación entre vacas y toros,

apareamientos naturales peligrosos, pueden ser llevados a cabo fácilmente por inseminación artificial (Bavera, 2005).

Control de enfermedades: realizada correctamente puede evitar la propagación de enfermedades venéreas entre el ganado (Bavera, 2005).

Seguridad: cualquier toro, es potencialmente peligroso, con el uso de la I Aesto puede evitarse (Ball y Peters, 1986).

SIGNOS DEL CELO

El estro o celo es el único momento de receptividad sexual de la vaca y los cambios de comportamiento (ocasionados por el aumento de los niveles de estradiol) se usan como evidencia de que se ha presentado.

Se conoce como signo “primario” de celo a aquel que es indicativo inequívoco de presencia de celo y como “secundarios” a aquellos que indican que el celo esta por presentarse o que ya se presentó, estos cambios pueden iniciarse uno o dos días antes de que el celo esté bien establecido y ocurren en su mayoría (un 70%) entre las 6 de la tarde y las 6 de la mañana (Ball y Peters, 2004; Guáqueta, 2009).

SIGNO PRIMARIO DEL CELO

Que una vaca se mantenga quieta mientras es montada es un signo inequívoco de celo, usualmente permite su monta cada 10 a 15 min y estas montas duran de 3 a 7 segundos. Las vacas que rechazan ser montadas no están en celo, aunque en espacios reducidos pudieran no lograrlo (Ramírez, 2005; Guáqueta, 2009).

. SIGNOS SECUNDARIOS DEL CELO

Estos se pueden presentar antes, durante o después del celo, por lo que si se detecta alguno se deben observar atentamente las vacas que los presenten para determinar si

realmente están en estro. Montar otras vacas. Una vaca que monta otras vacas puede estar en estro o proestro. Descargas de moco vaginal. Una gran cantidad de moco traslucido, filante y viscoso colgando de la vulva puede verse en muchas ocasiones, a veces se encuentra esparcido en la base de la cola, flancos y periné Flehmen. Consiste en curvar la cabeza y elevar el labio superior, es una conducta propia de los machos cuando están en presencia de una vaca en celo.

4.2 TÉCNICA DE PALPACIÓN RECTAL

Introduzca su mano enguantada con un lubricante en el recto de la vaca y localice el cérvix, para hacerlo realice un movimiento de “cuchareo” en el que pase su mano suavemente por el piso del recto hasta sentir una estructura tubular rígida: el cérvix, sujételo y localice su entrada con los dedos.

La vulva suele estar cubierta de excremento, el cual podríamos arrastrar hasta el útero durante la inseminación, ocasionando infecciones. por esto es importante lavarla antes de introducir el aplicador.

Introduzca el aplicador por la vulva con la punta ligeramente inclinada hacia arriba (un ángulo de 45° aproximadamente) hasta que tope con el techo de la vagina, una vez que esto pase, enderécela y continúe su camino hacia el cérvix, podrá sentir el avance del aplicador con la mano que tiene introducida en el recto

Guíe el aplicador hacia la entrada del cérvix, para hacerlo puede tapar la entrada con un dedo de la mano que lo sujeta y después solo guiar el aplicador hacia allí, una vez insertado el aplicador, mueva el cérvix para que pase por todos sus anillos y llegue al cuerpo del útero, Podrá sentir la punta del aplicador a través de la pared uterina Deposite el semen suavemente en el cuerpo del útero, no en los cuernos, debe tardar al menos 5

segundos en depositarlo y retire el aplicador.

Asegúrese de no jalar el aplicador hacia atrás en lugar de empujar su Embolo

Una vez depositado el semen retire los instrumentos con el mismo cuidado con el que entraron.

Registre los datos del servicio como la identificación de la vaca, la fecha del servicio, el toro utilizado o cualquier información pertinente.

4.3 PUNTOS DE REFERENCIA

ÓRGANOS EXTERNOS

La vulva es la apertura externa del aparato reproductor; los labios y el clítoris forman parte de su estructura, éste último es el homólogo del pene en la hembra y en la vaca puede medir hasta 12 cm aunque solo su punta llegue a verse (Sisson, 1933; Ball y Peters, 2004

ÓRGANOS INTERNOS

La vagina se extiende desde la apertura de la uretra hasta el cérvix, entre sus funciones está formar parte del canal de parto y servir de contenedor para el pene durante la cópula, además de ser el orificio de salida del aparato reproductor y el urinario. En la vaca una porción del cérvix se proyecta dentro de la vagina, lo que dificulta la inseminación artificial (Ball y Peters, 2004; Nakao, 2004).

El útero está formado por el cérvix, un cuerpo y dos cuernos uterinos el cérvix se percibe como una estructura cilíndrica y móvil de aproximadamente 7 a 10 cm de largo por 3 a 4 cm de diámetro (Lefebvre y Gnemmi, 2010), permanece cerrada la mayor parte del tiempo excepto durante el estro y los partos, durante la gestación produce un tapón

gelatinoso para proteger y aislar al útero (Nakao, 2004)

El cuerpo uterino mide más o menos 2.5 cm. de largo y sirve de conexión entre los dos cuernos uterinos y el cérvix, es aquí donde se debe depositar el semen durante la IA (Kunbhar et al., 2003). Los cuernos miden de 35 a 40 cm y adoptan una posición en espiral (Sisson, 1933).

Los oviductos o trompas uterinas, son dos tubos que transportan los óvulos fertilizados desde el ovario al útero, cada uno mide de 15 a 20 cm de largo y aproximadamente 3 mm de ancho (Nakao, 2004). Consisten de 3 secciones diferentes: el istmo se extiende desde la punta del cuerno uterino hasta la mitad del oviducto y se continúa con el ampulla, una sección ligeramente más amplia y que termina expandiéndose para formar la tercera sección: el infundíbulo, una apertura en forma de embudo que tiene como función atrapar a los óvulos que desprenda el ovario (Ball y Peters, 2004).

Los ovarios son los principales órganos del aparato reproductor femenino, pueden medir desde 1.5 a 5 cm de diámetro, aunque su tamaño varía a lo largo del ciclo estral dependiendo si sobre su superficie se encuentran folículos o cuerpos lúteos (Figura 4)(Sisson, 1933).

Los folículos son estructuras llenas de fluidos que contienen los óvulos en crecimiento, normalmente hay varios folículos sobre cada ovario y pueden variar en tamaño desde los apenas perceptibles hasta aquellos de 20 mm de diámetro.

Al folículo más grande se le considera dominante y es el que probablemente ovule cuando la vaca entre en celo. Más del 95 % de los folículos entran en regresión y desaparecen sin haber ovulado, siendo remplazados por una nueva generación, entre sus funciones se encuentra producir estrógenos, hormonas responsables del comportamiento de celo de la

vaca (Guáqueta, 2009).

El cuerpo lúteo (CL) se desarrolla sobre el sitio de la ovulación anterior (lo que antes era el folículo dominante) y a menos que haya habido más de una ovulación, solo se encuentra un CL en uno de los ovarios. Suele tener una corona que sobresale del ovario y sus paredes son más gruesas que las del folículo, por lo que su estructura es más tosca al tacto, su principal función es la de producir progesterona, hormona encargada de mantener la gestación (Portillo, 2005).

4.4 MÉTODO AM, PM

MOMENTO DE LA INSEMINACIÓN

El momento de la IA es un factor clave en las tasas de gestación, ya que ni el óvulo ni los espermatozoides tienen vidas indefinidas dentro del aparato reproductivo de la hembra; el óvulo se libera aproximadamente 30 horas después del inicio del celo y sobrevive de 6 a 12 horas mientras que los espermatozoides permanecen viables hasta 24 horas una vez realizada la IA, por lo tanto, si ésta se realiza al principio del celo no quedarán espermatozoides para fecundar al óvulo y si se realiza muy tarde, el óvulo será el que haya envejecido (Ball y Peters, 2004; Guáqueta, 2009; Botello et al., 2010; Marini et al., 2010)

Por esto, se utiliza la regla am-pm, tratando de que las vacas se inseminen

12 horas después de iniciado el celo, ésta dicta que vacas detectadas en la mañana se inseminen en la tarde y las detectadas en la tarde se inseminen al día siguiente, temprano

en la mañana con lo que se asegura que al momento de liberarse el óvulo haya espermatozoides viables para fecundarlo (Botello et al., 2010; Marini et al., 2010).

La tasa de concepción más alta ocurre si los animales son inseminados 4 a 14 horas luego del comienzo del celo. Con una buena detección de celo, el tiempo de inseminación debe seguir la regla AM-PM. Un animal en celo en la mañana (AM) debe ser inseminado en la tarde (PM). De igual manera, un animal observado en celo durante la tarde (PM) debe ser inseminado durante las primeras horas de la mañana del día siguiente (AM).

Aunque la regla tradicional AM-PM ha sido probada como confiable en muchos casos, los estudios de Virginia y Tennessee han demostrado que no existe ninguna diferencia en concepción cuando se inseminan las vacas en celo una vez al día en la mañana, en comparación con la regla AM -PM. En este caso las vacas observadas en celo en las horas AM se inseminan en la misma mañana. Los animales observados en celo en las horas PM (luego de las 12:00 del mediodía) son inseminados la próxima mañana. El inseminar los animales una vez al día sería más eficiente para muchos productores en Georgia, especialmente cuando se trata de inseminar novillas primerizas. Sin embargo, los productores deben continuar monitoreando la actividad de celo al menos dos veces al día (AM y PM). Los productores pueden considerar las opciones de inseminar una vez al día o practicar la regla AM-PM. De acuerdo a nuestra experiencia el inseminar las vacas de manera consistente y rutinaria bajo la regla AM-PM resulta en tasas de concepciones óptimas.

4.5 MÉTODO DE DESCONGELACIÓN DE SEMEN

MANEJO DEL SEMEN CONGELADO

El semen congelado se almacena en pajillas de 0.5 o 0.25 cm³, cada una marcada con datos del toro de procedencia como su nombre, número de registro, raza, etc.

Cinco de estas pajillas se colocan dentro de un gobelete y dos gobeletes en un bastón de aluminio que se deposita en las canastillas del tanque de nitrógeno manteniéndolo a una temperatura de -196° C (la temperatura del nitrógeno líquido), pero cada vez que alzamos o movemos un bastón de un termo a otro por ejemplo, exponemos al semen a fluctuaciones bruscas de temperatura que son la principal causa de deterioro en su calidad.

Para minimizar esto nunca debemos alzar las canastillas más allá de la boca del termo, y no mantener una alzada por más de 10 segundos, después de este tiempo se debe sumergir para que se enfríe de nuevo. Si se van a transferir bastones de un termo a otro se debe hacer lo más rápido posible teniendo los dos termos abiertos lado a lado

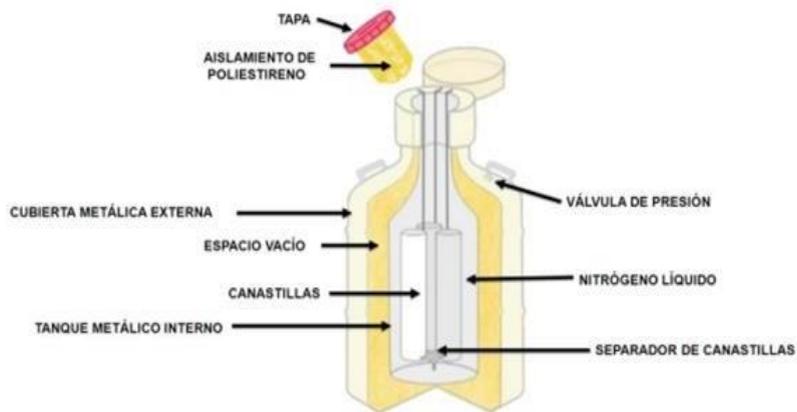
(Caballero et al., 2009).

Materiales para Inseminación artificial

TERMO DE NITRÓGENO LÍQUIDO

Es la unidad encargada de preservar el semen destinado a utilizarse en la inseminación artificial, básicamente es un refrigerador formado por dos paredes de materiales aislantes que utiliza como fuente de frío al nitrógeno líquido (ya que éste se mantiene a una

temperatura de -196°C)



Termo de nitrógeno (Hernández y Ortega, 2009).

El cuello es la parte más delicada del tanque ya que es el punto de unión entre la pared interna y la externa, vigile siempre la formación de escarcha o

“sudor” a su alrededor ya que son indicativos de que el tanque se ha dañado (Quintero y González, 2005).

El tanque se debe mantener siempre de manera vertical, libre de polvo, humedad y luz solar directa, en un lugar fresco y seco, y de ser posible sin que tenga contacto directo con el suelo. También se deben monitorear sus niveles de nitrógeno regularmente, procurando que nunca bajen de 15 cm, esto se hace con reglas especiales, que se introducen en el tanque y al sacarlas se observa el nivel de escarcha que forma

4.6 MORFOLOGÍA DEL ESPERMATOZOIDE

La evaluación morfológica de la integridad de la membrana plasmática se realiza usando la óptica de contraste de fases, la óptica de contraste diferencial de interferencia o de Nomarski o las tinciones supra vitales, como el verde rápido/eosina o la eosina/azul de anilina, etripán azul/Giemsa o el amarillo de naftol/eritrosina. También ha sido valioso el examen a través de la microscopía electrónica o de barrido, para determinar aspectos de la integridad espermática.

Actualmente, se están utilizando diversas tinciones fluorescentes, las cuales presentan una mayor precisión en el estudio de las características de la membrana plasmática. Así, se ha estado usando ampliamente el diacetato de carboxifluoresceína y el yoduro de propidio, visualizándose con esta técnica los espermatozoides viables de color verde, frente a los muertos que se observan de color rojo anaranjado.

Para evaluar la concentración espermática se realizó un diseño completamente aleatorizado incluyendo solo los testículos funcionales según la evaluación histopatológica.

Para evaluar la morfología espermática epididimaria, se usó un diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos de temperatura: Protocolo 1 (P1), y Protocolo 2 (P2), incluyendo al igual que en la evaluación de la concentración espermática, sólo los testículos funcionales. Se estudiaron 13 testículos en el P1 debido a que se descartaron aquellos testículos que presentaron alteraciones de la normalidad, según estudios histopatológicos (n=27), que pudieran afectar el desarrollo y funcionalidad de los espermatozoides epididimarios, y por tanto se pudiera sesgar el objetivo del trabajo. Igualmente, para el P2 se estudiaron sólo 20 testículos debido a que, como en el P1, se descartaron testículos por la misma causa (n=30). Con este criterio se pretende atribuir

cualquier anomalía o deficiencia en la calidad de esos espermatozoides sólo a fallas o eventos ocurridos en el epidídimo, o durante el transporte y procesamiento de los testículos.

En este estudio se comparó el protocolo de lavado retrógrado para cada protocolo de temperatura. Los datos obtenidos en cada protocolo fueron evaluados mediante estadística descriptiva (media). También, se usó la “Prueba de t” para comparación de dos muestras independientes (Ott, 1977). Para la aplicación de los análisis se utilizó el programa SAS 8,2 (SAS Institute Inc., EUA, 2001). (Albers y Barrios, 2006).

4.7 CONTEO ESPERMÁTICO

Concentración Existe una alta correlación significativa entre el número de espermatozoides inseminados y la fertilidad del toro. La presencia de un mayor número de espermatozoides, siempre y cuando sus características sean normales, incrementa la posibilidad de fertilización. Este aspecto es crucial en el caso de los toros con baja concentración espermática, o en los casos en que se utiliza semen descongelado, que ha sido diluido y sometido a estrés durante el proceso de congelación-descongelación, provocando un daño irreversible en un porcentaje elevado de espermatozoides. La fertilidad de un toro usado en IA, entre otras razones, dependerá básicamente del número de espermatozoides normales que se utilicen al inseminar

Existe una variabilidad muy grande en la concentración de un eyaculado a otro, y de un toro a otro, siendo importante conocer el número de espermatozoides por eyaculado, ya que de este parámetro depende el número de hembras a inseminar. La concentración

puede calcularse por varios métodos a partir de la muestra de semen. Entre estos métodos, destacan la espectrofotometría, la colorimetría, la citometría de flujo y el uso de cámara de recuento celular, como las de Bürker, Neubauer o Thoma. La espectrofotometría, técnica usada en nuestro laboratorio, es un método indirecto, que mide la luz monocromática absorbida por las partículas en suspensión o los espermatozoides. Esta densidad óptica de la muestra es comparada frente a una curva estándar patrón previamente validada, y permite, así, conocer el número de espermatozoides.

Cualidades que deben tener los espermatozoides de un eyaculado fecundante

Motilidad progresiva.

Morfología normal.

Metabolismo energético activo.

Capacidad para desarrollar una motilidad hiperactivada.

Integridad estructural y funcionalidad de la membrana.

Integridad de las enzimas asociadas con la fecundación.

Capacidad de penetración.

Transferencia óptima del material.

Viabilidad.

La rotura de la membrana plasmática está claramente asociada con la pérdida de viabilidad celular, pero una membrana plasmática intacta no siempre indica que la célula sea viable.

El procesado del semen, incluida su crio preservación, es “estresante” para el espermatozoide y afecta, primeramente, a sus membranas.

Los daños que pueden producirse en éstas pueden ser modificaciones en su organización, permeabilidad y composición lipídica. Las membranas espermáticas que pueden verse

afectadas por la crio preservación incluyen la membrana plasmática, la membrana externa del acrosoma y las membranas mitocondriales

En cualquier caso, la crio preservación, cuyo propósito es garantizar la supervivencia del semen, causa daños irreversibles en la membrana plasmática, lo que conlleva la muerte de un gran número de espermatozoides o, en los supervivientes, cambios similares a los observados durante la capacitación espermática, que provoca un acortamiento de su período de vida útil.

4.8 CALIDAD DE SEMEN

Una vez que el semen llega al laboratorio, se debe colocar en baño María a una temperatura de entre 32 y 35 °C para comenzar su evaluación.

La primera evaluación a realizar es la Macroscópica, que consta de los siguientes pasos:

Volumen: Se observa directamente sobre el tubo graduado, teniendo en cuenta que un toro mayor de dos años debe tener un eyaculado de no menos de 4 ml. El volumen puede variar entre 2 y 12 ml.

Color: se consideran normales van del blanco al amarillento, siendo patológicos los colores rosado, amarronado y verdoso.

Densidad: La densidad del semen varía desde un semen acuoso, lechoso, lechoso cremoso, hasta un cremoso, estando directamente relacionado con la concentración.

MB= cremoso espeso 750.000 esp/mm³ B= lechoso, 400 a 750.000 esp/mm³

R= leche aguachenta, 250 a 400.000 esp /mm³ P= translucido, menos de 250.000 esp/mm³ PH= normal entre 6.2 y 6.8

La evaluación incluye “la determinación del volumen, color, la motilidad (masal e individual progresiva) y la morfología”. De esta forma se puede calcular el número de espermatozoides viables en la muestra.

Para el caso del volumen, la experta señaló que el parámetro ideal es de 3 a 6 cc, mientras que el olor debe ser sui generis, esto es, que sea el aroma característico de esta sustancia. En cuanto al pH, debe estar entre 6,4 y 6,9.

En cuanto a la apariencia, hizo una distinción entre 4 valores, cada uno de los cuales corresponde a la calidad del esperma. Si tiene apariencia cremosa, su calidad es muy buena (mayor a 750×10^6). Si es lechosa, su calidad es buena (400×10^6). En cambio, si es blanquecina lechosa (250×10^6), es regular, y si es traslúcida (menor a 200×10^6), es mala.

La motilidad masal (4x o 10x) se indica de la siguiente forma: el semen muy bueno tendrá ondas oscuras marcadas con rápido movimiento; el semen bueno tendrá ondas menos oscuras con movimiento moderado; el regular, ondas claras con movimiento muy ligero, y con el malo no habrá ondas y los espermatozoides se observan inmóviles.

La motilidad masal (4x o 10x) se indica de la siguiente forma: el semen muy bueno tendrá ondas oscuras marcadas con rápido movimiento; el semen bueno tendrá ondas menos oscuras con movimiento moderado; el regular, ondas claras con movimiento muy ligero, y con el malo no habrá ondas y los espermatozoides se observan inmóviles.

Respecto a la motilidad individual (un acercamiento de 400x en el microscopio), uno muy bueno está por encima de 80 %; el bueno, más de 60%; el regular, más de 40%, y el malo por debajo de este valor.

Sobre la morfología, Jaime Cardozo, investigador Phd de Tibaitatá de la Corporación Colombiana Agropecuaria de Investigación, Agrosavia, explicó que se trata de la forma de los espermatozoides y se evalúan daños en la cabeza, cuello o cola de la célula sexual.

Si hay anomalías primarias menores a 10 % y totales menores a 25 %, se considera un esperma muy bueno; si las anomalías primarias están entre 10 y 19 %, con un total inferior al 40 %, es bueno. Por el contrario, será regular si las anomalías totales se ubican entre 40 y 59 %, y malo si supera este porcentaje.

Finalmente, el investigador de Agrosavia señaló otras propiedades como el metabolismo energético activo (la energía para desplazarse) y la integridad de la membrana. (Lea: Semen de toro, clave en producción de leche con más proteína y grasa)

Otras cualidades incluyen la integridad de las enzimas (este análisis permite conocer si el material dispone de las proteínas para fertilizar al óvulo), la capacidad de penetración (que se refiere a la habilidad de los espermatozoides de llegar a su destino) y la transferencia del material genético.

4.9 ESPERMATOZOIDE AMORFO

Estado del acrosoma

El acrosoma juega un papel fundamental en la fecundación y esta importancia hace que convenga realizar una valoración específica del mismo. En un espermatozoide que tenga el acrosoma en perfectas condiciones se pueden distinguir tres regiones claramente diferenciadas en la cabeza: la zona acrosomal, con un borde apical, la zona post acrosomal

y el segmento ecuatorial entre ambas. Las muestras seminales con alta proporción de acrosomas alterados o ausentes suelen tener una fertilidad baja.

Para determinar el estado del acrosoma se han usado desde hace mucho tiempo diferentes tinciones. Entre éstas tenemos la tinción de eosina/verde rápido, Giemsa y la de eosina/nigrosina, las dobles y triples tinciones, basadas en la combinación del azul tripán con otros colorantes y tinciones comerciales como el Spermac.

Recientemente, se han utilizado anticuerpos acrosomales específicos marcados con fluorescencia. En el caso de los espermatozoides bovinos, su tamaño permite poder valorarlos mediante un microscopio óptico de contraste de fases con un objetivo de gran aumento.

La reacción acrosomal es un proceso especializado de fusión de la membrana citoplasmática con la membrana acrosomal externa en la zona apical de la cabeza espermática originando la liberación de las enzimas almacenadas en el acrosoma y la exposición de la membrana acrosomal interna. La importancia de la reacción acrosomal podría ser la liberación de las enzimas hidrolíticas que son requeridas para que el espermatozoide pueda penetrar la zona pelúcida; este proceso se desencadena luego que el espermatozoide entra en contacto con una serie de moléculas presentes en la zona pelúcida, lo cual permite el reconocimiento específico entre el espermatozoide y el ovocito.

Para que ocurra la reacción acrosomal y la fertilización, se requiere que el espermatozoide sufra un proceso de capacitación, que se da durante el paso a través del tracto reproductor femenino donde ocurre la interacción entre los espermatozoides y las células del epitelio oviductal². Es aceptado que estos dos eventos, capacitación y reacción acrosomal, están unidos secuencial y funcionalmente y que varios de los procesos de

activación de señales intracelulares que ocurren durante la reacción acrosomal, fueron iniciados durante la capacitación.

4.10 ESPERMATOZOIDE DISFUNCIONAL

Morfología

El análisis morfológico de los espermatozoides es uno de los principales componentes de la evaluación de las características de una muestra seminal.

La valoración de la morfología del espermatozoide se basa en la relación directa que haya entre la proporción de espermatozoides anormales en el eyaculado, el tipo de defecto morfológico y su relación con la fertilidad in vivo de los toros.

Atendiendo a una clasificación estrictamente morfológica, las anomalías que puedan generarse se clasifican en anomalías en la cabeza, en el tracto intermedio y en la cola. Según el órgano donde pueden haberse generado diferenciamos las anomalías primarias y secundarias.

Esta evaluación de la morfología espermática puede ser utilizada para eliminar toros con pobre calidad seminal y refleja la funcionalidad de los testículos, epidídimos y glándulas accesorias, por lo que siempre deben estar incluidas en las pruebas de evaluación espermática.

La membrana espermática es una estructura dinámica que participa en el reconocimiento y transporte de moléculas. Estas funciones permiten que el espermatozoide adapte su metabolismo al medio circundante, proporcionando así un sistema molecular para el reconocimiento del ovocito. El análisis de la integridad de la membrana constituye una

información importante en la evaluación de la fertilidad del macho. Además, esta integridad no sólo es fundamental para el metabolismo espermático, sino que también lo es para una adecuada capacitación y reacción acrosómica, y, por tanto, para la fertilidad del macho. Un grupo de pruebas de funcionalidad espermática que han centrado gran interés por su simplicidad y su valor predictivo son las de resistencia osmótica. Estas pruebas se basan en la capacidad del espermatozoide para captar agua en un medio hiposmótico y en que la hinchazón osmótica está asociada con el enrollamiento de la cola del espermatozoide, que se desenrolla cuando la célula es devuelta a un medio isosmótico. Dentro de las pruebas desarrolladas a partir de este fenómeno destaca el test de endósmosis que consiste en situar los espermatozoides en presencia de un medio de presión osmótica más baja que la fisiológica, lo que causa una entrada de agua en la célula en un intento de equilibrar la presión osmótica interna con la del medio externo. Para que esta respuesta se produzca, la membrana plasmática del espermatozoide debe estar íntegra y con los mecanismos de intercambio de fluidos funcionando correctamente. La entrada de agua provoca en estas células un hinchamiento y enrollamiento del flagelo (Fotografía 3). Las células con la membrana física o funcionalmente dañada no experimentan cambios en la forma del flagelo. Los valores obtenidos en esta prueba se correlacionan con otros parámetros de calidad seminal, como la motilidad, la viabilidad o la morfología.

4.11 ESPERMATOZOIDE SIN MOTILIDAD

La motilidad es uno de los parámetros más importantes de la analítica seminal.

Hasta hace pocos años el estudio de la motilidad espermática se hacía exclusivamente mediante métodos semicuantitativos.

Estos métodos evalúan el porcentaje de espermatozoides móviles, así como el tipo de movimiento que presentaba la media de una población espermática. Estas medidas ofrecen una descripción general de la motilidad espermática, pero la exactitud y precisión están limitadas por las condiciones del sistema de medida y por la destreza del observador.

A pesar de ello, la valoración subjetiva de la motilidad hecha por personas experimentadas es de gran valor, debido a que la información se presenta de forma inmediata, al tiempo que es un método económico y de fácil ejecución

Los primeros intentos de objetivizar el movimiento espermático se basaron en exposiciones fotográficas múltiples o video-micrografías. Estos métodos son tediosos, largos y costosos, por lo que hoy en día no son de elección. Sin embargo, la aparición de los sistemas informatizados de digitalización de imágenes abrió un nuevo campo en el estudio de la motilidad de los espermatozoides. Estos sistemas, denominados genéricamente CASA.

(Computer Assisted Motility Analysis), han automatizado y simplificado el proceso. El análisis computarizado de la motilidad fue propuesto por primera vez hace 25 años y es usado actualmente en centros de investigación en andrología y centros de reproducción asistida. El CASA establece, de una manera efectiva, medidas cuantitativas del movimiento individual de los espermatozoides. Con este tipo de análisis se espera obtener medidas correctas de la motilidad espermática que proporcionen información precisa acerca del estado funcional del axonema y de las membranas espermáticas.

Los sistemas automáticos de medición de imágenes se basan en la captura sucesiva de

espermatozoides en movimiento provenientes de un microscopio.

Estas imágenes se digitalizan identificando las células espermáticas que contienen la primera imagen. Luego se procede al seguimiento de estas células en imágenes sucesivas y al establecimiento de trayectorias definitivas. Las trayectorias se procesan matemáticamente, obteniendo así resultados numéricos precisos. Los parámetros determinados para cada espermatozoide son la velocidad de movimiento sobre la base de varios descriptores, las trayectorias que realizan la cabeza del espermatozoide y la frecuencia de los cambios de dirección que efectúa.

Actualmente, también existen en el mercado varios tipos de CASA que capturan el movimiento espermático y lo analizan, tanto en tiempo real, como de manera diferida, aportando un gran volumen de información.