

# PRINCIPALES CAUSAS ASOCIADAS A PERDIDAS EMBRIONARIAS EN BOVINOS

PRESENTADO POR:

NATALIA MARÍA SUÁREZ MOSQUERA

ASESOR

DUNIA YISELA TRUJILLO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.

UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA.

IBAGUÉ – TOLIMA

2018



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

# PRINCIPALES CAUSAS ASOCIADAS A PERDIDAS EMBRIONARIAS EN BOVINOS

Natalia María Suárez Mosquera

*Facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Cooperativa de Colombia.*

*Ibagué – Tolima*

## RESUMEN

En ganadería, la reproducción es una de la actividades con mayor importancia. Fallas en la reproducción pueden desencadenar pérdidas embrionarias en hembras preñadas y consecuentemente afectar la eficiencia económica de toda la producción. Las pérdidas embrionarias son entonces una de las alteraciones reproductivas mas frecuentes en las hembras bovinas y a su vez, una alteración de difícil manejo, esto, debido a la dificultad diagnostica que permita establecer su causa, donde se consideran microorganismos, situaciones ambientales particulares, factores nutricionales, tóxicos y físicos, entre otros.

El objetivo de esta revisión es describir y ampliar el conocimiento al respecto de los factores principalmente involucrados con las pérdidas embrionarias en el ganado bovino, su forma de presentación y tratamiento actualizado, con el fin de generar una guía para los médicos veterinarios dedicados a la reproducción bovina.

## PALABRAS CLAVES:

Consanguinidad, alteración genética, nutrición en vaca preñada, estrés



## SUMMARY

In breeding, reproduction is one of the most important activities. Failures in reproduction can trigger embryonic losses in pregnant females and consequently affect the economic efficiency of all production. The embryonic losses are then one of the most frequent reproductive alterations in the bovine females and in turn, an alteration of difficult handling, this, due to the diagnostic difficulty that allows to establish its cause, where microorganisms are considered, particular environmental situations, nutritional factors , toxic and physical, among others.

The objective of this review is to describe and expand the factors mainly involved with embryonic losses in cattle, their presentation and updated treatment, in order to generate a guide for veterinarians dedicated to bovine reproduction.

## KEYWORDS:

consanguinity, genetic alteration, pregnant cow nutrition, stress



## INTRODUCCIÓN

La ganadería en colombiana se ha visto incrementada en las ultimas decadas debido a sus importantes avances y a los logros significativos por aportes como la aplicación de nuevas tecnologías; teniendo como meta convertir a Colombia en una potencia ganadera logrando un acceso real a los diferentes mercados del mundo y así mismo incrementar el mercado interno, teniendo en cuenta que Colombia posee en factores favorables como lo son tierras, animales, genética, fortaleza gremial y cultura ganadera (Jimenez, Miranda, & Diaz, 2008).

Las vacas son animales reproductivas durante todo el año por lo que no hay que esperar una época en específico para realizar la monta, solo a que las hembras se encuentren en su ciclo reproductivo el cual ocurre a intervalos cíclicos con una duración promedio de 21 días; el ciclo reproductivo de la vaca consta de 4 fases que se conocen como estro, metaestro, diestro y proestro. El tiempo de gestación es de 9 meses es decir 280 días como media, aunque el rango más específico comprende entre 276 y 283 días de gestación (Calle & González, 2009)

Las perdidas reproductivas son consideradas como las principales causas de las fallas en la reproducción, éstas pérdidas podemos encontrarlas en tres periodos: durante la gestación teniendo en cuenta los diferentes estadios que encontramos en el ciclo reproductivo donde podemos encontrar diversos problemas como la errores en el servicio, problemas en la concepción, perdidas embrionarias, abortos, mortalidad



perinatal y mortalidad neonata; durante el nacimiento hasta la primera semana de vida y finalmente de la primera semana de vida hasta el momento del destete (Diskin MG, 2008).

Se considera que las pérdidas embrionarias son las principales causas de las fallas reproductivas y del aumento en el intervalo entre partos en los bovinos, lo cual trae consigo grandes pérdidas económicas; cuando la eficiencia reproductiva en la especie bovina es baja, la pérdida embrionaria precoz pasa desapercibida ya que el animal vuelve a presentar su celo sin llegar a presentar alteraciones en cuanto a la duración del ciclo reproductivo (Sartori, 2002).

La pérdida embrionaria es el fracaso de una gestación durante los primeros 42 días los cuales corresponden al periodo embrionario. Estas pérdidas son consideradas como una de las alteraciones reproductivas de mayor complejidad diagnóstica y terapéutica en la reproducción bovina. (Morris & Diskin, 2008).

Las pérdidas embrionarias se presentan por diferentes etiologías, pero las investigaciones recientes apuntan a factores hereditarios, factores nutricionales, factores infecciosos, toxicológicos, factores desencadenantes de estrés entre otros; estas llegan a afectar notablemente la economía de las ganaderías dando como resultado un menor número de vacas gestantes, vacas con bajas tasas de concepción y así mismo una disminución en el número de partos anuales. (Sartori, 2002).



En Colombia el ICA sostiene que una de las mayores dificultades ante este tema es la complejidad que existe para poder diagnosticar la etiología y poder saber claramente la causa que genera ya sea aborto o la misma pérdida embrionaria. (Sierra, 2015). En el año 2002 el instituto colombiano agropecuario ICA desarrolló un estudio en el cual encontró que los ganaderos hasta ese momento habían tenido pérdidas de hasta \$762 mil millones por problemas reproductivos presentados en sus hatos debido a que estos estaban siendo ligados con problemas nutricionales, problemas infecciosos como virus, bacterias y protozoarios; al igual que desordenes genéticos y se determinó que las principales enfermedades reproductivas que podían llegar a provocar estas problemáticas y aparte de esto se encuentran con mas prevalencia en hatos del país son *Brucelosis*, *Rinotraqueítis infecciosa* (IBR) y *diarrea viral bovina* (DVB). (Sierra, 2015).

Esta revisión se realiza con el objetivo de dar a conocer los principales aspectos que se encuentran relacionados con las pérdidas embrionarias donde se incluyan sus causas al igual que los metodos de control y prevención y tratamientos para evitar que se presenten este tipo de sucesos.

## MARCO TEORICO

El ciclo estral es el tiempo que se encuentra encerrado en dos periodos de celo consecutivo (ESTRO), comprendido por acontecimientos fisiológicos los cuales se



producen en el ovario de la vaca luego de tener variaciones hormonales lo cual regula la receptividad de la hembra. (Usme, 2017)

En la especie bovina el ciclo estral se repite cada 21 días aproximadamente, dependiendo del numero de oleadas foliculares que se presenten en el animal, teniendo en cuenta que si estos constan de 3 oleadas el ciclo va a tener una duración entre los días 22 y 23, mientras que si este ciclo esta conformado por 2 oleadas su duración sera de 19 a 20 días (Usme, 2017) (Ayalon, 1978)

El inicio de un grupo de foliculos dentro del ovario se da por medio de una oleada hormonal, generando un crecimiento folicular en la fase de Diestro donde las hormonas no se encuentran aptas para que se lleve a cabo la ovulación donde los foliculos no logran terminar su desarrollo, por lo cual ninguno llega a ser viable para la ovulación, llegando finalmente a atresarse (Diskin MG, 2008). Durante la fase del Proestro los foliculos logran a coincidir con las concentraciones hormonales permitiendo que finalmente uno de los foliculos logre desarrollarse para ser ovulado posteriormente. (Diskin, Waters, Parr, & Kenny, 2016)

De acuerdo a estudios realizados, los oocitos que se mantienen durante largos periodos dentro de un folículo, llegan a afectar la viabilidad de este, por lo cual el espermatozoide llega a fertilizar un oocito elegido, donde el embrión logra desarrollar sus primeras multiplicaciones hasta la formación de la mórula donde su división llega a las 16 células. (Inskeep & Dailey, 2005) las ondas foliculares se encuentran



relacionadas con que el oocito no llegue a tener un desarrollo adecuado debido a que una vaca que presente 2 ondas foliculares logra mantenerse durante mas tiempo en el folículo dominante en comparación con vacas que llegan a tener 3 ondas foliculares las cuales tienen una viabilidad menor (Inskeep & Dailey, 2005)

La gestación en la hembra bovina es el 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. La gestación se clasifica en tres etapas comprendidas por la etapa del cigoto, la etapa del embrión y la etapa fetal (Sanín, Estrada, Carillo, & Osorio, 2014).

La primera etapa de la gestación, la etapa del cigoto, está comprendida entre la formación del cigoto y el inicio del periodo implantatorio del embrión; esto es, desde poco después de la fertilización hasta la adhesión inicial del trofoectodermo a las carúnculas uterinas, para dar inicio a los primordios de los placentomas. La segunda etapa de la gestación, la etapa embrionaria, está comprendida entre el inicio de la adhesión del trofoectodermo al endometrio y la culminación del periodo de diferenciación embrionaria, cuando ocurre el inicio de la mineralización del hueso fetal, alrededor de los 45 días de gestación. La tercera etapa de la gestación, la etapa fetal, está comprendida entre el inicio de la mineralización del hueso fetal y el momento de la expulsión del feto (Sanín, Estrada, Carillo, & Osorio, 2014).



Cuando se hablan de pérdidas de gestación en la ganadería se suelen confundir entre el aborto y la pérdida embrionaria, por lo cual es importante saber diferenciar estas dos; en primer lugar encontramos el aborto el cual es considerado como la pérdida del producto durante el periodo fetal el cual comprende desde el día 42 aproximadamente hasta el día 260 de la gestación (Lee & Kim, 2007). El feto en comparación al embrión es más resistente a los agentes que pueden llegar a ocasionar defectos congénitos, pero estos también llegan a ser susceptibles a diversos agentes infecciosos durante el primero y segundo tercio de la gestación (Rivera, 2001).

En segundo lugar encontramos la pérdida o muerte embrionaria la cual se refiere a las pérdidas dadas durante los primeros 42 días de gestación en los cuales se logra coincidir con la implantación final del embrión (Forar, Gay, Hancock, & Gay, 1996). Las concentraciones sistémicas de progesterona durante el ciclo precedente y posterior a la inseminación artificial pueden llegar a afectar la supervivencia de dicho embrión (Diskin, Waters, Parr, & Kenny, 2016).

Actualmente se encuentran reportes en los cuales se dice que el componente inicial de las pérdidas embrionarias se llegan a encontrar durante los primeros 16 días luego de la fecundación; teniendo en cuenta que basándose en evidencias, existe la posibilidad de que las pérdidas se dan con una mayor cifra antes de completar el día 8 de haberse llevado a cabo la fecundación en vacas que se encuentran en granjas lecheras de alta producción. La pérdida embrionaria tardía (después de los 14 días) trae consigo pérdidas económicas significativas ya que en la mayoría de los casos



estos se reconocen en un periodo tardío debido a la gran cantidad de factores que pueden llegar a desencadenar estas pérdidas (Diskin, Waters, Parr, & Kenny, 2016).

Las pérdidas embrionarias se pueden llegar a clasificar en mortalidad embrionaria temprana, la cual ocurre dentro de los primeros 25 días de gestación y la mortalidad embrionaria tardía que se lleva a cabo entre el día 25 y 42 de gestación (Humblot, 2001).

**Figura 1 Pérdida embrionaria tardía**

**Figura 2 Pérdida embrionaria temprana**

**Figura 3 Pérdida Embrionarias temprana**



**FUENTE:** Engormix (2017)



En cuanto a las causas que generan que estas muertes embrionarias se presenten en una producción podemos relacionarlas con varios factores:

## **1. Factores no Infecciosos**

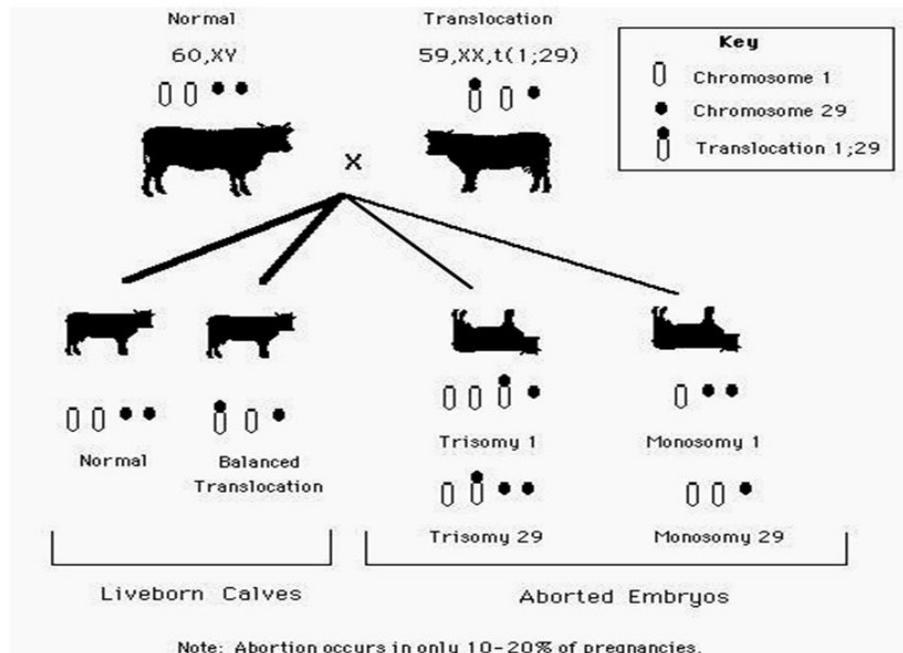
### **I. Perdidas embrionaria de origen genetico**

La perdida embrionaria por origen genetico se encuentra relacionado con defectos cromosomales ya sean hereditarios como las translocaciones genéticas, las cuales se han logrado eliminar en gran parte de las poblaciones; debido a la consanguinidad de estos cromosomas heredados pueden llegar a incrementar la muerte embrionaria entre un 2% a un 10% al igual que los cromosomas adquiridos (Diskin MG, 2008) (Sharkey, 1998).

De acuerdo a la translocacion Robertsoniana, la cual es la anomalía cromosómica, el material genético que se encuentra en el cromosoma translocado debido a la fusión céntrica viene siendo prácticamente lo mismo que dos cromosomas que se encuentran separados por la pérdida del material cromosómico donde este se va a encontrar una concentracion minima. En estas anomalias cromosomicas no se logra tener un desequilibrio que llegue a presentar anomalias fenotipicas en los animales que son portadores, por esta razón se encuentran anomalias en sus crías debido a la produccion de gametos que se encuentran genéticamente desequilibrados. (Dyrendahl & Gustavsson, 1979) (Diskin MG, 2008).



**Figura 4.** Translocación Robertsoniana



**FUENTE:** albeitar (2005)

En la translocación robertsoniana los parámetros reproductivos alterados que se encuentran son la disminución de la tasa de concepción, el aumento del número de servicios por concepción, el incremento del intervalo entre partos, el aumento de los días a la primera concepción y la mortalidad embrionaria (Dyrendahl & Gustavsson, 1979) (Sánchez, 2006).

La translocación Robertsoniana 1/29 representa la fusión entre cromosomas de cada uno de los pares numerados del 1 al 29, esta ha sido identificada en diferentes razas bovinas y se relaciona con la fertilidad reducida, debido a las pérdidas tempranas



de embriones que se fertilizan con gametos que se encuentran afectados o por los espermatozoides que llegan a ser portadores de la translocación 1/29.

**Figura 5.** Malformaciones Congénitas



**FUENTE:** Contexto Ganadero (2018)

## **II. Perdidas embrionarias por factores hormonales**

Los cuerpos luteos que provienen de folículos durante la fase del posparto temprano, suelen tener una vida media más corta o llegar a tener niveles incorrectos de progesterona (P4). Los bajos niveles de progesterona ayudan a que los folículos que finalmente van a ovular con oocitos que se encuentran comprometidos logren ser persistentes; teniendo en cuenta que si un cuerpo luteo no logra tener un desarrollo adecuado, este finalmente va a tener una vida medio corta desencadenando



mecanismos luteolíticos de forma temprana impidiendo al embrión enviar una señal de reconocimiento materno (Diskin MG, 2008).

En los últimos tiempos se ha discutido que las pérdidas embrionarias en vacas que se encuentran en producción de leche, al tener un alto metabolismo hepático así mismo tienen un mayor catabolismo de la progesterona, por lo cual se sugiere que cuando el embrión requiere la necesidad de producir interferón tau (IFN $\tau$ ) para lograr que la vaca tenga su reconocimiento de la preñez, esta producción se va a ver afectada finalmente por la deficiencia de la progesterona; Para ello es necesario tener unos niveles altos de Progesterona para poder tener una alta probabilidad de pasar los periodos críticos antes el reconocimiento materno y poder tener la producción de interferón tau que necesita el embrión para su reconocimiento (Binelli, Thatcher, R, & Baruselli, 2001).

### **III. Pérdidas embrionarias por Problemas Nutricionales**

Las pérdidas embrionarias por problemas nutricionales se encuentran en la mayoría de los casos cuando estas pérdidas son de forma tardía, debido a que estas alteran el ciclo estral y presentan de cierta manera un rechazo de la implantación en sus fases iniciales (Blanchard, et al., 1990).

La deficiencia de betacarotenos los cuales son precursores de vitamina A que se encargan de darle la pigmentación de color amarillo o naranja a los vegetales, los



cuales al ser ingeridos son transformados en el hígado al igual que en el intestino delgado en la vitamina A. Estos son antioxidantes que ayudan al organismo con la expulsión de los radicales libres que son tóxicos y causan la oxidación de los tejidos (García, et al., 2010). Los Betacarotenos tienen como función atrapar los radicales libres y las moléculas de oxígeno libres, de allí tomar su efecto protector el cual se encarga de defender la pared del epitelio ya que al ser precursores de vitamina A, protegiendo así la pared epitelial evitando el debilitamiento de sus membranas, evitando la entrada de microorganismos patógenos con mayor facilidad los cuales al llegar a una hembra en gestación logran producir infecciones que ataquen directamente al embrión generando la muerte de este, debido a que aumenta la resistencia inmunológica (MV & Hernández, 2018).

Otro de los factores que pueden llegar a desencadenar las muertes embrionarias relacionada con problemas nutricionales se encuentra el exceso de proteína cruda implementada en las dietas, debido a que este alto consumo de proteína disminuye los niveles de progesterona al igual que de interferón Tau (IFN-t) los cuales se encargan de que la madre tenga el reconocimiento fetal, estos bajos niveles pueden llegar a ocasionar pérdidas embrionarias al día 17 después de la inseminación debido al bajo efecto de los compuestos frente a la respuesta inmunológica de la madre (Hernández Cerón, Roura, & Salvador, 2001). (Sartori, 2002) (Butler & Smith, 1989).

Los altos niveles de proteína en la dieta que se suministra a las vacas que contengan altos niveles de urea en la sangre, llegan a tener una reducción en el pH del



utero estimulando la producción de prostaglandina F2 alfa al igual que la contractibilidad uterina y reduce la viabilidad del embrión luego de ser implantado (Duica, Tovío, & Grajales, 2007).

#### **IV. Perdidas embrionarias por Estrés**

Al hablar de estrés se refiere a todos aquellos factores ambientales que afectan el estado normal de bienestar del animal. Cuando la combinación de los factores ambientales como la temperatura y la humedad persisten por períodos prolongados generando estado de respuestas fisiológicas y de comportamiento conocidas como estrés, teniendo en cuenta que los bovinos al igual que todos los mamíferos son capaces de mantener, relativamente constante la temperatura corporal (Cedeño, 2011).

Los rangos de temperatura ambiental reportados como de confort para animales de tipo *Bos taurus* van de 0 a 20°C y para *Bos indicus* de 10 a 27°C, con 70% de humedad ambiental en ambos casos, éstos, al verse sometidos a temperaturas por encima de dicho rango, responden mediante mecanismos compensadores como la evaporización respiratoria y cutánea, los cuales tienen un alto gasto energético. Cuando dichos mecanismos son insuficientes, la temperatura corporal aumenta produciendo hipertermia o estrés térmico (Cedeño, 2011) (Arraiago, 2005).



El estrés calórico desencadena alteraciones agudas y crónicas en concentraciones plasmáticas de cortisol y hormonas tiroideas; además, puede ocasionar Alteraciones en las reacciones fisiológicas y en el comportamiento de los animales. desencadena serios problemas reproductivos que influyen en la disminución de la fertilidad, en la alteración del desarrollo folicular y en los ovocitos, lo cual afecta el potencial para desarrollar un embrión viable (Cedeño, 2011).

Las temperaturas extremas afectan la supervivencia del ovocito y del espermatozoide, así como el desarrollo embrionario en el aparato reproductor de la hembra. Esto ocasiona que al aumentar la temperatura corporal de las hembras, el embrión pueda perder su viabilidad y reabsorberse. Por esta razón, las tasas de concepción caen en los meses de verano hasta en un 20% (Cedeño, 2011) (Arraiago, 2005).

El estrés calórico al igual que sus consecuencias han sido reportadas en aspectos tales como la expresión y la duración del estro, el desarrollo embrionario temprano, el flujo sanguíneo, los niveles hormonales y el crecimiento fetal (López, 2012). Durante el ciclo estral, el evento fisiológico se encuentra sensible al estrés, disminuyendo tanto la intensidad como la duración del celo, llevando consigo efectos que logren afectar la fertilidad (Gatius L. , 2003). En las vacas gestantes los cambios ambientales y las temperaturas altas logran afectar la fertilidad al igual que los comportamientos sexuales, la ovulación, la función luteal y finalmente la implantación del embrión (Grandin, 1998).



El estrés se encuentra relacionado con el aumento de la cantidad de óvulos que no logran ser fertilizados al igual que la formación de embriones anormales. En espacios que se encuentran afectados por el calor se logran observar problemas en cuanto a la reproducción como lo es la falta de concepción, perdidas embrionarias tardías y en muchos casos abortos. (Odeón & Romera, 2017)

**Figura 6.** Estrés Térmico en bovinos



**FUENTE:** zoovetesmpasion.com (2017)

## **V. Perdidas embrionarias por causas toxicológicas**

En muchas granjas ganaderas piensan que todo lo relacionado con forrajes y plantas son alimentos con aportes favorables para el ganado bovino, utilizándolas en la



mayoría de los casos para reducir costos, sin tener en cuenta las pérdidas económicas que pueden llegar a causar plantas que finalmente llegan a ser tóxicas, venenosas y afectan la salud de los bovinos. (García, et al., 2010)

Estas son consideradas como un factor económico con alta importancia debido a que el funcionamiento de los órganos sexuales y los relacionados con el desarrollo, implantación, desarrollo tanto embrionario como fetal llegan a ser sensibles a toxinas naturales, interviniendo en el libido, el estro, la ovogénesis y la espermatogénesis, causando malformaciones en el feto al momento de nacer (Moreno, Denogean, & Martín, 2010)

Existe un gran número de toxinas de plantas que llegan a ser potencialmente abortivas o pueden llegar a causar muertes embrionarias, tales como la hierba loca (*Astragalus spp*), la cual trae consigo una reducción de la tasa de concepción, debido a las irregularidades estrales provocando aborto, reabsorción fetal, deformidades de las extremidades de las crías. normalmente estas crías nacen débiles y se presenta una alta mortalidad perinatal; Cicuta (*Conium maculatum*) donde si el agente nocivo actúa durante la fase de anidación del óvulo fecundado puede provocar la muerte y/o reabsorción del óvulo. Si actúa durante el periodo embrionario de organogénesis puede ocasionar la muerte del embrión con o sin reabsorción o producir una malformación congénita dependiendo de la naturaleza e intensidad del agente causal. Si la exposición se produce en fases muy tempranas las consecuencias llegan a ser más graves que si se produce en fases más avanzadas de la gestación, debido a que el



aumento de resistencia del feto en las fases más avanzadas de su desarrollo se debe a la maduración progresiva del sistema inmunitario y el pino ponderosa (*Pinus spp*) los cuales tienen la toxicidad suficiente para lograr interrumpir una gestación si son consumidas por el ganado (Denogean, Moreno, Martín, & Ibarra, 2008). El pino ponderosa causan abortos cuando son pastoreados durante el último tercio de la gestación, sin embargo, la hierba loca lo puede producir en cualquier tiempo, debido a que éstas contienen ácido isocuprésico activo que actúa directamente sobre el sistema reproductivo induciendo el aborto por un efecto hormonal mediante el bloqueo de la función lútea con disminución de los niveles de progesterona (Odriozola, 2015).

El funcionamiento de los órganos sexuales y los eventos involucrados durante la fertilización, implantación, desarrollo embrionario y fetal son muy sensibles a agentes terapéuticos, contaminación ambiental y toxinas naturales. Las sustancias tóxicas afectan la reproducción, causando abortos, interfiriendo en el libido, estro, ovogénesis y espermatogénesis, causan emaciación, conducta anormal de apareamiento, defectos al nacer e incremento del tiempo entre el parto y la nueva gestación (Moreno, Denogean, & Martín, 2010).

## **VI. Perdidas Embrionarias por factores inmunologicos**

El sistema inmunológico materno tiene un papel crítico en cuanto a la implantación de embriones en mamíferos; para dicha implantación el embrión de mamífero requiere el cebado del sistema inmune materno; en éste la mayoría de la



información disponible se centra en la respuesta endometrial al interferón tau (IFNT), una citoquina antiviral tipo I, que es el factor de reconocimiento materno para el ganado bovino y ovino; la secreción de esta citoquina por el embrión y la detección por la madre es crítica para el mantenimiento del cuerpo lúteo y la retención del embarazo (Fair, 2016).

Los factores inmunológicos alcanzan el 70% de la mortalidad embrionaria, causada por un reconocimiento del embrión como no propio por parte de sistema inmunitario del animal. El sistema inmune se encarga de defender al organismo de cada célula o sustancia no reconocida como propia por el cuerpo; éste se divide en dos el humoral y el celular (Baena, 2012) .

Desde el momento que el embrión se encuentra como trofoblasto pasa a ser inmunológicamente extraños para el sistema inmunológico materno; es por esto que en una gestación normal, se observa un aumento de anticuerpos en la madre y una disminución de la respuesta mediada por células, esta respuesta frente al feto representaría un peligro para la gestación, mientras que el incremento de la producción de anticuerpos no parece constituir un acontecimiento que pueda afectar la viabilidad embrionaria (Baena, 2012) .

La inmunización antiespermática y antitrofobástica puede existir en el curso en las primeras fases del desarrollo embrionario. Los antígenos que se encuentran normalmente presentes en el espermatozoides pueden dar lugar a la formación de diversos



anticuerpos a nivel de los tejidos del tracto genital, lo cual puede llevar a la ausencia de fecundación o a una mortalidad embrionaria (Bavera, 2000).

Las vacas que tiene frecuentemente problemas de mortalidad embrionaria tienen una tasa superior de seroespermoaglutinación, logra explicar la infecundidad de vacas que han sido servidas en varias ocasiones sin lograr tener éxito con semen de un mismo toro, pero suelen ser fecundadas con una mayor facilidad con semen de otros toros. (Bavera, 2000)

Cuando hay una reabsorción de antígenos espermáticos por medio del endometrio se presenta una involución uterina insuficiente o una inflamación crónica del órgano, lo cual se relaciona con los casos de mortalidad embrionaria con o sin alteración de la longitud del ciclo sexual en vacas que se sirven en un tiempo corto después del parto y en aquellas vacas que presentan endometritis crónica (Bavera, 2000).

## **2. Factores infecciosos**

Aparte de los factores mencionados anteriormente existen agentes patógenos que se llegan a considerar como causantes infecciosos de la perdida embrionaria con lo cual cabe resaltar estos patógenos con gran importancia en este medio. Entre las enfermedades que causan estas pérdidas encontramos la leptospirosis, Rinotraqueítis infecciosa bovina, diarrea viral bovina y la tricomoniasis.



## I. Leptospirosis

La leptospirosis es una enfermedad zoonótica que es causada por una espiroqueta de la cual hasta el momento se conocen 250 serovares patógenas de acuerdo a sus diferencias antigénicas, de manera que cada serovariedad tiene una conformación antigénica diferente. El serovar de *Leptospira* que afecta principalmente la ganadería es la *Leptospira borgpetersenii*, esta bacteria se encarga de causar con frecuencia abortos durante el segundo y el tercer mes de gestación, al igual de infertilidad, pérdidas embrionarias y en muchos casos repeticiones de celo. Esta es una bacteria que tiene gran afinidad por las mucosas, su lugar predilecto para habitar es en el riñón y en el aparato reproductivo (Pedraza, Salamanca, Ramírez, Ospina, & Pulido, 2012) (Holroyd, 1980).

El cuadro clínico crónico en cuanto a la parte reproductiva podemos encontrar causales como aborto, mortalidad de terneros, muerte embrionaria, incremento en días abiertos; esta es una enfermedad que tiene una transmisión vertical en cuanto a los bovinos que se encuentran infectados de los cuales se obtienen terneros débiles. Los toros son fuente importante en cuanto a la diseminación de esta infección ya sea por la eliminación de esta por medio de la orina o por el semen convirtiéndose esta en una enfermedad venérea (T, Ríos, & Mattar, 2007).



## II. Rinotraqueítis Infecciosa Bovina

El virus del IBR afecta la viabilidad de la gestación cada una de sus etapas. Está causa una inflamación en los ovarios generando así repetición de calores, perdidas embrionarias al igual que abortos; una de las formas mas prontas y confiables para detectar la presencia de este virus es por medio de serologia, las vacunas que se encuentran en el mercado son buenos inmunógenos, actualmente existen vacunas para controlar la enfermedad y evitar las consecuencias que trae esta (Nandi, Kumar, M, & Chauhan, 2009).

El virus de la IBR luego de entrar en el organismo, rapidamente cruza la placenta causando una infeccion fetal, lesionando finalmente muchos organos y provocar la muerte en un periodo entre 24-48 horas post infección (Gonzalez, 2017).

De acuerdo a estudios experimentales se ha logrado demostrar que este virus puede provocar abortos en cualquier etapa de la gestación, con una mayor incidencia entre los días 20 – 52 de la gestación (Gonzalez, 2017).

## III. Diarrea Viral Bovina

El virus de la DVB puede afectar la gestación en todas sus etapas al igual que la rinotraqueitis infecciosa bovina. Durante los primeros meses de gestación este virus es



completamente agresivo llegando a ser letal. Su forma de transmisión suele ser de animales persistentes o infectados. Estos se encargan de diseminar la enfermedad en el hato de forma rápida con una prevalencia de aproximadamente el 70% (Carmencita, Apelo, & Kabagawa, 1989).

Cuando dentro del hato se encuentra presente el virus, este se suele ubicar con preferencia en el tracto reproductivo iniciando por los ovarios, este virus genera una inflamación en el útero provocando una alteración en la concepción de la vaca luego de afectar la calidad del oocito. Si el embrión llega a eclosionar, el virus es letal una vez se replica en el individuo. El diagnóstico por medio de serología de la diarrea viral bovina se considera de poca utilidad por la alta prevalencia que existe en los hatos.

Se considera con mayor importancia poder detectar los animales que se encuentran infectados por medio de la detección de antígenos y posteriormente descartarlos del hato. Es necesario que toda producción ganadera cuente con programas de bioseguridad para poder prevenir la entrada de animales que se encuentren infectados al hato al igual que llevar un programa vacunal para poder reducir el riesgo de infección, principalmente en fincas abiertas. (BonDurant, 2007).

#### **IV. Tricomoniasis**

La tricomoniasis es una enfermedad venérea la cual altera la calidad del endometrio como la endometritis y/o piómetra y puede generar muerte embrionaria



debido al mal ambiente uterino. Se encuentran reportes de que este parasito puede llegar a quedar dentro del embrión al momento de este eclosionar generando mas adelante aborto por daño directamente al feto la cual no se encuentra con frecuencia. Es una enfermedad que genera una gran perdida economica en las producciones implicando el descarte de todas las vacas que lleguen a estar expuestas a este parasito, por lo cual se recomienda que los toros que entren a una producción deban ser virgenes y no debe venir de varios hatos como prevención (Morris, et al., 2018) .

**Figura 7.** Muerte embrionaria por Tricomoniiasis



**FUENTE:** <https://zoovetespasion.com> (2017)



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

## DIAGNOSTICO

El diagnóstico de las pérdidas embrionarias es un desafío ya que estas dependen de diversos factores como una correcta recolección, conservación y envío de muestras al laboratorio tales como suero de la madre, placenta y embrión o feto expulsado, al igual que el suero de otras vacas presentes en el hato junto con muestras de alimento en casos donde se han empleado ingredientes con mala conservación (Kirkbride, 1990).

Cuando estas se cumplen en la totalidad lo cual ocurre en aproximadamente el 45% de los casos, estos se pueden diagnosticar de forma correcta. Ya que la etiología por pérdidas embrionarias es multifactorial es necesario hacer un examen sistemático de las muestras que se han enviado, lo cual involucra la observación macroscópica del embrión y la placenta antes de realizar la necropsia para poder encontrar las malformaciones congénitas, si llega a existir la presencia de placas de hongos, traumatismos u otros (Albarran, 1990).

Normalmente no se logran observar lesiones macroscópicas en los tejidos aunque se suelen encontrar fluidos en cantidades aumentadas en cavidad torácica y abdominal. En ocasiones se pueden llegar a observar alteraciones cardíacas, presencia de quistes en el hígado, entre otras que se sugiere que son lesiones de naturaleza congénita. En la placenta es importante que se observen carúnculas y llevar registro de



todo lo que se logra observar; después de realizar una observación detallada se hacen las colectas de tejidos para estudio bacteriológico, virológico e histopatológico.

Para llegar a realizar un diagnóstico se pueden llegar a encontrar una serie de problemas como lo son la dificultad para la interpretación y valoración de los resultados del laboratorio, en muchos casos de pérdidas embrionarias llega a tener su dificultad para valorar la efectividad de las medidas establecidas.

También existe una gran variedad de agentes etiológicos infecciosos y no infecciosos los cuales pueden desencadenar estas pérdidas embrionarias por virus, bacterias, parásitos, hongos, agentes alimenticios y otros, los cuales dificultan que los laboratorios puedan tener disposición de pruebas diagnósticas para la gran cantidad de agentes que causan estas pérdidas.

## **PREVENCIÓN**

Actualmente no existen formas para reducir las pérdidas embrionarias tempranas en bovinos, pero poder reconocer las pérdidas embrionarias tempranas puede ayudar a darle un manejo adecuado a la situación, aprovechando las nuevas tecnologías reproductivas como lo es el uso de ultrasonografía transrectal para poder detectar una preñez precoz, si esta se usa en forma rutinaria esta tiene el potencial para mejorar la efectividad reproductiva y logra minimizar la pérdida embrionaria (Pursley, Kosorok, & Wiltbank, 1997).



En cuanto a las limitantes de la productividad en las producciones ganaderas Colombianas es el incremento de los intervalos de la preñez, lo cual se puede evitar con medidas sanitarias, nutricionales y un buen manejo del hato (Gonella, Grajales, & Hernández, 2010); Se ha comprobado que las altas temperaturas provocan la mortalidad embrionaria (Espí, 1997).

Es necesario tener en cuenta que un animal que tenga buena alimentación tiene una mayor posibilidad de evitar la presencia de Enfermedades que afecten el aparato reproductor de la vaca tales como Enfermedades virales, bacterianas, por hongos, entre otras; debido a que la proteína que estas hallan en las pasturas y demás suplementos alimenticios son vitales para evitar una reabsorción fetal; esta es una de las razones por las cuales se recomienda dar las raciones de manera equilibrada para evitar la ausencia o exceso de proteína en la vaca (Haro & Haro, 2007).

Los medicamentos también juegan un papel importante debido a que las dificultades metabólicas en las vacas pueden ser consideradas factores que provoquen la muerte embrionaria debido a una mala aplicación de estos, por lo cual es importante tener la asesoría de profesionales (Bravo, 2005).

## **CONTROL**

En una producción ganadería es importante tener un sistema de control epidemiológico y de saneamiento ambiental para prevenir la presencia de factores de



riesgo donde se encuentran afectadas las vacas implicadas en los abortos de tipo viral, bacteriano, micotico y aquellos producidos por protozoarios (Bravo, 2005).

En el caso de los abortos se presume que estos no son causados por factores infecciosos, por lo cual se tienden a tomar medidas buscando la reduccion de factores de riesgo como lo pueden ser la correccion de los sistemas de alimentación y asi mismo el manejo de las hembras principalmente las que se encuentran en gestación (Mosquera & Elizabeth, 2005).

## TRATAMIENTO

Con el paso del tiempo se han probado diferentes estrategias como alternativas para reducir la mortalidad embrionaria en vacas como el uso de un implante deslorelina (2.1 mg) en el dia 27 de la gestacion en vacas que se encuentran en produccion lechera (Bartolome, Kamimura, Silvestre, Arteche, c, & a, 2006), esto puede llegar a auemntar el numero de cuerpos luteos, las concentraciones de progesterona y lograr reducir el crecimiento follicular.

El reinsero de un dispositivo intravaginal de progesterona a los 7 días luego de realizar la inseminación artificial a tiempo fijo el cual es mantenido durante 10 días, reduciendo así la tasa de perdidas embrionarias. Los resultados que esta tecnica arrojan dan a considerar incluir esta en los protocolos de sincronización con el fin de aumentar los niveles de progesterona por lo tanto la tasa de concepción (Paez &



Callejas, 2010).

El uso de estos dispositivos con progesterona, consiste en que al permanecer este dispositivo colocado durante 7 u 8 días generando los niveles de progesterona en la sangre los cuales imitan la primera fase luteal que se produce luego de ocurrido el parto, mejorando la vida del cuerpo luteo generando una alta posibilidad de que exista una concepción (Thatcher WW1, 2003).

Otra de las estrategias para aumentar la sobrevivencia del embrión y disminuir la mortalidad embrionaria podría ser la administración de grasas by-pass conteniendo ácidos grasos no saturados. La administración de grasas enriquecidas con ácidos grasos no saturados específicos (ácidos grasos omega-3 tales como EPA, DHA y ácido linolénico) durante el período pre y postparto mejoró la salud posparto, la producción de leche, la calidad de los embriones y el porcentaje de preñez (Bartolome, Kamimura, Silvestre, Arteché, c, & a, 2006)

## CONCLUSIONES

Las muertes embrionarias y abortos en ganadería se presentan por diversas causas, por lo cual es necesario establecer sistemas de control para lograr identificar a tiempo los casos y las características clínicas que se encuentran en hatos que no cuentan con un control donde poder dar con el diagnóstico va a tener un grado de dificultad y su solución será mínima.



El trabajo interactivo entre ganaderos, veterinarios y los laboratorios es importante para diagnosticar y poder encontrarle una solución a las pérdidas embrionarias en hatos que presenten esta problemática; para ello es necesario que los veterinarios sepan manejar la situación y tomar de forma adecuada la toma de muestras, la conservación y el envío a los laboratorios ya que uno de los fracasos principales es la falta de conocimiento sobre el manejo de estas muestras.

Las medidas sanitarias deben ser tomadas de carácter prioritario utilizando programas preventivos y control epidemiológico del hato, tratando de forma adecuadamente las alteraciones clínicas que son producidas por la pérdida embrionaria.

Las medidas nutricionales se deben realizar de forma equilibrada donde se pueden suplir los requerimientos necesarios para que el animal gestante presente desbalances tanto energéticos como minerales lo cual va a provocar deficiencias reproductivas finalmente.

- **Bibliografía**

3. Sartori, R. (2002). Mortalidad embrionaria en bovinos lecheros. *Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnología* .



4. Sierra, U. (2015). *Colombia no tiene cifras exactas sobre pérdidas por abortos bovinos*. Retrieved from Contexto Ganadero: <http://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/colombia-no-tiene-cifras-exactas-sobre-perdidas-por-abortos-bovinos>
5. Usme, D. A. (2017). *MedvetSite*. Retrieved from <http://medvetsite.com/ciclo-estral-de-la-vaca/>
6. Diskin MG, M. D. (2008). Embryonic and early foetal losses in cattle and other ruminants. *Reprod Domest Anim* .
7. Rivera, H. (2001). Causas frecuentes de aborto bovino. *Rev Inv Vet Perú* .
8. Humblot. (2001, Diciembre 1). Use of pregnancy specific proteins and progesterone assays to monitor pregnancy and determine the timing, frequencies and sources of embryonic mortality in ruminants. *Theriogenology* .
9. Lee, J.-I., & Kim, I.-H. (2007, Septiembre 30). Pregnancy loss in dairy cows: the contributing factors, the effects on reproductive performance and the economic impact. *Journal of veterinary Science* .
10. Sharkey. (1998, 6 3). Cytokines and implantation. *Rev Reprod* .
11. Sánchez, C. . (2006). Translocación Robertsoniana (1;29) en bovinos criollos colombiano. *Rev. Med. Vet. Zoot* .
12. Inskip, & Dailey. (2005). Embryonic death in cattle. *Veterinary Clinics Food Animal practice* .
13. Binelli, M., Thatcher, W., R, M., & Baruselli, P. (2001, diciembre 1). Antiluteolytic strategies to improve fertility in cattle. . *Theriogenology* .
14. MV, R. C., & Hernández, D. É. (2018, abril 15). *Efecto de la nutrición sobre la mortalidad embrionaria en bovinos*. Retrieved from zoovetesmpasion:



<https://zoovetespasion.com/ganaderia/alimentacion-bovina/nutricion-y-mortalidad-embriionaria/>

15. Duica, A., Tovío, N., & Grajales, H. (2007, diciembre). Factores que afectan la eficiencia reproductiva de la hembra receptora en un programa de trasplante de embriones bovinos. *Revista de Medicina Veterinaria N° 14* .
16. Grandin, T. (1998). La reducción del estrés del manejo mejora la productividad y el bienestar animal. *The Professional Animal Scientist* .
17. Odeón, & Romera. (2017). Estrés en ganado: causas y consecuencias. *Revista veterinaria Scielo* .
18. T, M. G., Ríos, R., & Mattar, S. (2007). Prevalencia de bacterias asociadas a la infertilidad infecciosa en bovinos de Montería, Colombia. *Revista MVZ Córdoba* .
19. Pedraza, A. M., Salamanca, E., Ramírez, R., Ospina, J., & Pulido, M. (2012). Serum prevalence of anti-*Leptospira* antibodies in workers from animal sacrifice centers in Boyacá, Colombia. *Infectio* .
20. Nandi, Kumar, M, M., & Chauhan. (2009). Bovine herpes virus infections in cattle. *Animal health research reviews* .
21. BonDurant. (2007). Selected diseases and conditions associated with bovine conceptus loss in the first trimester. *Theriogenology* .
22. KE, P., LF, J., & Hartley. (1989). Transient testicular degeneration in rams fed locoweed (*Astragalus lentiginosus*). *Veterinary and Human Toxicology* .
23. Moreno, S., Denogean, F., & Martín, M. (2010). Efecto de las plantas tóxicas para el ganado sobre la producción pecuaria en sonora. *revista mexicana de agronegocios* .



24. Kirkbride. (1990). *Diagnóstico de laboratorio de aborto de ganado* (3 ed., Vol. 3). (I. S. Press, Ed.) EE.UU.
25. Albarran. (1990). Reproducción Animal. Muerte embrionaria y fetal.
26. Ducker, Haggett, R., Fisher, & Morant. (1985). Nutrición y rendimiento reproductivo del ganado lechero 1. El efecto del nivel de alimentación en el final del embarazo y en el momento de la inseminación en el rendimiento reproductivo de las novillas lecheras de primera lactancia. *ciencia animal* .
27. Holroyd. (1980). Leptospira interrogans serovar hardjo vaccination of pregnant beef cows and subsequent growth rate of progeny. . *Australian veterinary journal* .
28. Gonella, Á., Grajales, H., & Hernández, A. (2010). Ambiente receptivo uterino: control materno, control embrionario, muerte embrionaria. *Revista MVZ Córdoba* , 15.
29. Mosquera, B., & Elizabeth, S. (2005). Manejo reproductivo del hato. *Repositorio Digital de la Universidad de Cuenca* .
30. Ayalon. (1978). A review of embryonic mortality in cattle. *Journal of reproduction and fertility* .
31. Bartolome, Kamimura, Silvestre, Arteché, c, T., & a, T. (2006). The use of a deslorelin implant (GnRH agonist) during the late embryonic period to reduce pregnancy loss. *Theriogenology* .
32. Blanchard, J, F., Amor, T, T., Henderson, J, H., et al. (1990). Effect of dietary crude-protein type on fertilization and embryo quality in dairy cattle. *American journal of veterinary research* .
33. Butler, & Smith. (1989). Interrelationships Between Energy Balance and Postpartum Reproductive Function in Dairy Cattle. *journal of dairy science* .



34. Cutaia, Peres, Pincinato, Maraña, & PS, B. (2007). Technologies for fixed-time artificial insemination and their influence on reproductive performance of *Bos indicus* cattle. *Society of Reproduction and Fertility supplement* .
35. Espi, F. (1997). Diagnostico Laboratorial de los Problemas Reproductivos en el Ganado Vacuno . *Conferencia en el Colegio de Veterinarios de Burgos* .
36. Forar, Gay, Hancock, & Gay. (1996). Fetal loss frequency in ten Holstein dairy herds. *Theriogenology* .
37. Hernández Cerón, J., Roura, M., & Salvador, J. (2001). Falla en la concepción en el ganado lechero: Evaluación de terapias hormonales. *Veterinaria México* , 32.
38. Paez, & Callejas. (2010). Uso de progesterona y sales de estradiol para mejorar la eficiencia reproductiva de vacas con cría. *Revista Veterinaria* .
39. Thatcher WW1, G. A. (2003). Regulation of embryo survival in cattle. *Reproduction (Cambridge, England) Supplement* .
40. Bunch, Panter, & James. (1992). Ultrasound studies of the effects of certain poisonous plants on uterine function and fetal development in livestock. *Journal of animal science* .
41. Morris, M. J., Sookhoo, J., Blake, L., Jordan, A. B., John, J., Ali, S., et al. (2018). Encuestas serológicas para agentes infecciosos asociados con la subfertilidad y el aborto en el ganado lechero en Trinidad y Tobago, Antillas. *Veterinary Sciences* , 5.
42. Linares. (1982). Embryonic development in repeat breeder and virgin heifers seven days after insemination. *Animal Reproduction Science* .
43. Gatiús, L. (2003). Is fertility declining in dairy cattle?: A retrospective study in northeastern Spain. *Theriogenology* .



44. Gatius, L. (2003). Is fertility declining in dairy cattle?: A retrospective study in northeastern Spain . *Theriogenology* .
45. Diskin, Waters, Parr, & Kenny. (2016). Pregnancy losses in cattle: potential for improvement. *Reprod Fertil Dev* .
46. García, Cuesta, López, G., Quiñones, FigueredoR, Faure, et al. (2010). Caracterización del contenido de microelementos en el sistema suelo-planta-animal y su influencia en la reproducción bovina en la zona central de Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* .
47. Gatius, & López. (2012). Factors of a noninfectious nature affecting fertility after artificial insemination in lactating dairy cows. A review. *Theriogenology* .
48. Sanín, Y. L., Estrada, J. G., Carillo, D. F., & Osorio, N. R. (2014). *Reproducción de la vaca manual didáctico sobre la reproducción, gestación, lactancia y bienestar de la hembra bovina* (1 ed.). (Y. Lenis, Ed.) Universidad de Antioquia.
49. López, G. (2012). Factors of a noninfectious nature affecting fertility after artificial insemination in lactating dairy cows. A review. *Theriogenology* .
50. Cedeño, A. J. (2011). Efecto del estrés calórico en el bienestar animal, una revisión en tiempo de cambio climático. *espaenciencia* .
51. Arraiago, I. M. (2005, mayo - junio). *El estrés calórico Efecto en las vacas lecheras*. Retrieved from Sitio Argentino de Producción Animal: [http://www.produccion-animal.com.ar/clima\\_y\\_ambientacion/76-estrescalorico.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/76-estrescalorico.pdf)
52. Baena, C. A. (2012). *Mortalidad embrionaria temprana de origen vascular en bovinos de leche en el trópico alto colombiano*. universidad de la salle, facultad de ciencias agropecuarias.



53. Gonzalez, K. (2017). *Rinotraqueítis infecciosa bovina IBR*. Retrieved from zoovetesmpasion: <https://zoovetesmpasion.com/ganaderia/enfermedades-bovinas/rinotraqueitis-infecciosa-bovina/>
54. Haro, J. M., & Haro, I. M. (2007). Nutrición Proteica de Bovinos Productores de Carne en Pastoreo. *Acta Universitaria* , 17.
55. Bravo. (2005). Manejo Reproductivo del Hato. Tesis Doctoral.
56. Carmencita, Apelo, & Kabagawa, H. (1989). Pathogens associated with mammalian embryo. *Japanese Journal of Veterinary Research* .
57. Pursley, Kosorok, & Wiltbank. (1997). Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. *Journal of dairy science* .
58. Izquierdo, A. C., Campos, V. M., Jiménez, M. S., Jiménez, C. A., & Liera, J. E. (2007). Factors that predispose to causing diseases of abortions in dairy cows a review. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias* 2, .
59. Bavera. (2000). *Mortalidad embrionaria*. Curso de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC.
60. Denogean, F. G., Moreno, S., Martín, M. H., & Ibarra, F. (2008). Impacto economico de las plantas toxicas para el ganado sobre la produccion pecuaria en sonora . *Revista mexicana de agronegocios* .
61. Dyrendahl, & Gustavsson. (1979). Sexual functions, semen characteristics and fertility of bulls carrying the 1/29 chromosome translocation. *The Department of Animal Breeding and Genetics, The Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden* .



62. Jimenez, N. j., Miranda, F. C., & Diaz, O. h. (2008). El sector de ganadería bovina en colombia. aplicación de modelos de series de tiempo al inventario ganadero. 165.
63. Morris, & Diskin. (2008). Embryonic and early foetal losses in cattle and other ruminants. *Reprod Domest Anim.*
64. Odriozola, E. (2015). Plantas y sustancias tóxicas para el ganado. *Facultad Ciencias Agropecuarias, UC .*
65. Calle, C. d., & González. (2009). *Influence of several factors on the gestation length of fighting bulls breed.* Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal. E.U.I.T. Agrícola. UCLM, Departamento de Producción Animal. E.T.S.I.Agrónomos. UPM.
66. Fair, T. (2016). Embryo maternal immune interactions in cattle. *Animal reproduction*
- .

