

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE SELENIO Y VITAMINA E
SOBRE LA FERTILIDAD EN VACAS LECHERAS

POR:

SERGIO ANTONIO GUZMÁN

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TITULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DE 2014

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACION DE SELENIO Y VITAMINA E
SOBRE LA FERTILIDAD EN VACAS LECHERAS

MC. JUAN LUIS MORALES CRUZ

ASESOR PRINCIPAL

M.C. RAMON ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



Torreón, Coahuila, México.

JUNIO DE 2014

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACION DE SELENIO Y VITAMINA E
SOBRE LA FERTILIDAD EN VACAS LECHERAS**

TESIS

**ELABORADA BAJO LA SUPERVISION DEL COMITE DE ASESORIA Y APROBADA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:**

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Presenta:

SERGIO ANTONIO GUZMAN

COMITÉ ASESOR



MC. JUAN LUIS MORALES CRUZ

ASESOR PRINCIPAL



DR. CARLOS LEYVA ORASMA

ASESOR

Torreón, Coahuila, México.

JUNIO DE 2014

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACION DE SELENIO Y VITAMINA E
SOBRE LA FERTILIDAD EN VACAS LECHERAS**

TESIS

**ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITE DE ASESORIA Y APROBADA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:**

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Presenta:

SERGIO ANTONIO GUZMAN

JURADO

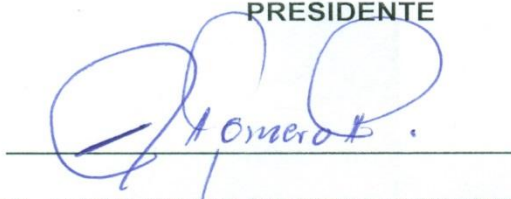


MC. JUAN LUIS MORALES CRUZ



DR. CARLOS LEYVA ORASMA

PRESIDENTE



MC. JAIME ISAIAS ROMERO PAREDES RUBIO

VOCAL

VOCAL



MC. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS

VOCAL SUPLENTE

Torreón, Coahuila, México.

JUNIO DE 2014

AGRADECIMIENTOS

A DIOS NUESTRO SEÑOR

Porque al estar lejos de mis seres queridos siempre me dio esa fuerza y me iluminó para seguir adelante en mis estudios, en mi vida cotidiana. Por darme el valor para vencer los obstáculos que se me presentan y por haberme permitido concluir una nueva fase de mi vida.

A MI ALMA TERRA MATER

Por haberme recibido con las puertas abiertas y haberme brindado la oportunidad de formarme como profesional.

A LAS PERSONAS QUE ME DIERON LA OPORTUNIDAD DE REALIZAR ESTE TRABAJO.

M.V.Z CESAR CANSINO, SALVADOR GÓMEZ M.C. JORGE ACOSTA ORTIZ

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

María del Rosario Guzmán Ruíz y Sergio Antonio Vázquez, por el inmenso amor, cariño y comprensión que me han brindado a lo largo de estos años y por haber confiado en mí. También por la gran labor y esfuerzo que han hecho para que yo haya culminado mis estudios. Gracias por sus consejos y por todo su apoyo sentimental, moral y económico. Que diosito me los bendiga mucho y guarde para siempre y quiero que sepan que los amo profundamente con todo mi corazón.

A MIS HERMANOS

Karla de Jesús Antonio Guzmán y Alfredo Antonio Guzmán, por su apoyo moral, e incondicional que me han brindado en los momentos buenos y malos a lo largo de mi vida y de mi carrera, los quiero mucho.

A MIS ABUELOS

Manuela Ruíz López, a ti mamá por cuidarme durante una etapa de mi niñez, por tu gran amor, cariño, comprensión gracias muchas gracias mamá te quiero mucho y aún que hoy ya no estés con nosotros siempre te llevaré en mi mente y en mi corazón.

Emeterio Guzmán Ruíz, a ti papa por que al igual que mi mama nela siempre me cuidaste, me enseñaste a trabajar y me brindaste el amor por el campo y aún que hoy ya no estén con nosotros siempre los llevaré en mi mente y en mi corazón.

A MIS MAESTROS

Con mucho respeto y admiración a cada uno de mis maestros agradeciendo el haber sido una rama fundamental en mi formación profesional.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
HIPÓTESIS.....	3
OBJETIVOS.....	3
II. RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 Deficiencia de nutrientes que afecta la fertilidad bovina.....	4
2.2 β-caroteno, vitamina a y sus precursores.....	6
2.3 Funciones específicas de selenio.....	9
2.4 Funciones específicas de la vitamina E.....	11
2.5 Efecto de la vitamina e y selenio en ganado lechero.....	13
2.6 Reinicio de la actividad ovárica en ganado lechero.....	14
2.7 Periodo de espera voluntaria y días a primer servicio y su relación con la fertilidad.....	15
2.8 Tasa de gestación y tasa de preñes en ganado lechero.....	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1 Descripción del sitio experimental.....	19
3.2 Descripción de los animales del estudio.....	19
3.3 Variables analizadas.....	19
3.4 Análisis estadístico.....	20
3.5 Descripción del producto.....	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
TABLA 1.....	20
TABLA 2,3.....	21

V. DISCUSIÓN.....	23
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

RESUMEN

En animales bajo condiciones de alta producción láctea, es común que los requerimientos de vitamina E y Selenio (SE) sean deficientes en la cantidad aportada en la dieta y resulte necesario administrar una cantidad adicional por vía subcutánea antes del parto para reducir la incidencia de retención placentaria y metritis, así como en el posparto para favorecer la viabilidad del embrión y la fertilidad de las vacas (Ruiz *et al.*, 2001).

Para este experimento se formaron dos grupos al azar de 100 vacas multíparas, 100 para grupo tratado (Muse) y 100 para grupo testigo (sin tratamiento), donde se evaluó porcentaje de tasa de gestación a primer servicio, tasa de gestación en vacas con más de 160 días en leche y tasa de desecho en vacas con menos de 100 días en leche. Al grupo tratado se le aplicó 50 mg de SE y 680 UI de vitamina E (12 ml de Muse) como dosis única por vía subcutánea en etapas de período seco, periodo de transición y 30 días postparto.

Se concluye que la administración de selenio y vitamina E, no tuvo un efecto significativo ($P > 0.05$) solo se encontró una mejor diferencia numérica a favor en cuanto a tasa de desecho, donde las vacas tratadas tuvieron un 5% vs 10% del grupo control. Por lo cual es de libre elección incluir su aplicación como parte del manejo en estas etapas.

Palabras claves: Antioxidantes, Parámetros Reproductivos, Selenio, Suplementación, Vitamina E.

INTRODUCCIÓN

Las especies reactivas de oxígeno son removidas por sistemas bioquímicos presentes en las células y en los fluidos extracelulares, estos mecanismos se conocen como sistemas antioxidantes. Estos sistemas incluyen moléculas como el β -caroteno y la vitamina E, las cuales actúan a nivel de la membrana celular hidrolizando peróxidos para mantener la integridad de los fosfolípidos. En este mecanismo también participan enzimas como la glutatión peroxidasa, la cual es dependiente del selenio (Arechiga *et al.*, 1998).

La vitamina E y el SE son micronutrientes esenciales y los antioxidantes más importantes del organismo, la vitamina E es un antioxidante liposoluble componente integral de las membranas celulares, mientras que el selenio es un componente de la enzima glutatión peroxidasa, que al ser hidrosoluble se localiza en el citosol celular al tener funciones similares. Las dietas con altos niveles de vitamina E disminuyen los requerimientos de SE y viceversa, pero debido a la diferencia en la solubilidad y por lo tanto en la localización en la célula, ambos nutrientes son necesarios para el buen funcionamiento antioxidante (Smith *et al.*, 1997). Las vacas lecheras altas productoras tienen un metabolismo intenso; bajo estas condiciones, aproximadamente 1- 2% del oxígeno metabolizado se convierte en especies reactivas de oxígeno. Las especies reactivas de oxígeno, como los radicales libres superóxidos, radicales peróxido e hidroxilo y los oxidantes no radicales, tienen efectos dañinos al causar lipoperoxidación y en consecuencia daño al DNA y destrucción de las proteínas (Nockels, 1996).

Villanueva, (2011) menciona que cuando el SE es administrado en forma de seleniato se absorbe principalmente en el duodeno, ya que no existe absorción por el rumen o abomaso, una vez que entra al organismo se reduce a selenito uniéndose a las proteínas del plasma, así es llevado por la corriente sanguínea al hígado y al bazo, en donde se reduce a SE elemental por la glucosa que lo lleva a todos los tejidos excepto a los grasos. En cantidades muy pequeñas el SE estimula los procesos vitales, siendo un elemento indispensable para el funcionamiento normal del

sistema inmune, músculos, corazón, hígado, riñones, páncreas, testículos, plasma, glóbulos rojos, tiroides, además de mantener la integridad de las membranas celulares; la más importante actividad biológica del SE parece ser a través de la enzima glutatión peroxidasa, la cual en cooperación con la vitamina E y algunos otros agentes antioxidantes son capaces de reducir los efectos destructivos de las reacciones peroxidativas o proceso de envejecimiento de las células vivas, forma parte de algunas encimas de los microorganismos del rumen y colabora en la absorción de lípidos y tocoferoles en el tracto digestivo. La vitamina E o alfa tocoferol es de elemental valor nutricional para la debida oxigenación de tejidos, evita la oxidación e interviene en procesos de alcalosis metabólica y tiene importancia en factores reproductivos.

Miller (1993), menciona que la deficiencia de SE y vitamina E altera la función inmune, ya que disminuye la actividad bactericida de los neutrofilos y afecta de forma variable la acción fagocitaria de estas células y esto conlleva a una gran variedad de problemas médicos, tales como distrofia muscular, metritis, mortandad embrionaria temprana, abortos e infertilidad. Moe (1981), menciona que los requerimientos de SE para vacas lecheras es de 0.30 mg/kg en cualquier etapa y de vitamina E 15 UI/kg.

HIPÓTESIS

La suplementación de selenio y vitamina E favorece el comportamiento reproductivo en ganado Holstein.

OBJETIVOS

La suplementación de selenio y vitamina E durante el período de transición aumenta las tasas de concepción en el ganado lechero.

II.- RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1.- DEFICIENCIA DE NUTRIENTES QUE AFECTA LA FERTILIDAD BOVINA.

La nutrición es el principal factor que influye en el desempeño reproductivo en mamíferos. Por otra parte, la forma de alimentar a las vacas lecheras, también ha evolucionado de manera notoria, no solamente desde el punto de vista de su composición, sino también ha habido grandes avances en la manera de evaluar los alimentos concentrados y forrajes, se han modificado las proporciones en que ambos participan en las raciones, se ha incorporado el uso de carros mezcladores con básculas, así como el uso de raciones integrales, entre otros cambios las funciones reproductivas como ciclicidad estral y el inicio de la gestación son funciones de escasa prioridad dentro de la escala de direccionamiento de nutrientes. Estas funciones solo serán activadas cuando la demanda de nutrientes para mantenimiento, crecimiento y reserva haya sido superada. La Vitamina E y SE son micronutrientes que comparten un papel biológico común. Ambos nutrientes así como el beta-caroteno, vitamina C, zinc y cobre funcionan para mantener bajas concentraciones de especies de oxígeno reactivo (EOR) y lípidos e hidroxidrasas. Estas funciones solo serán activadas cuando la demanda de nutrientes para mantenimiento, crecimiento y reserva haya sido superada (Granja *et al.*, 2012). Dentro de las fallas reproductivas en hembras, las pérdidas originadas en los factores nutricionales pueden ser las de mayor importancia por sus efectos deletéreos sobre el total de animales, las carencias o excesos nutricionales afectan a la totalidad del rebaño. Los problemas reproductivos de tipo individual (patológicos, endocrinos o infecciosos) pasan a un segundo plano, cuando los requerimientos nutricionales no son cubiertos adecuadamente. Así mismo, existen interacciones negativas entre nutrientes, en especial entre minerales, que llevan a desbalances nutricionales, pueden acentuar las fallas y generar mayores factores de ineficiencia en el manejo reproductivo (Campos *et al.*, 2008).

Durante los últimos años, ha sido demostrado en diversas especies que la vitamina E y SE influyen en la repuesta inmunitaria y que ambos nutrientes juegan determinados papeles dentro de las funciones de las células de los granulocitos, particularmente demostrable en los anticuerpos polimorfonucleares de la sangre periférica (Putman *et al.*, 1987).

La causa más importante de fallas reproductivas por causas nutricionales, es el fracaso de los sistemas digestivo y hepático para aportar suficiente energía para el mantenimiento, crecimiento, desarrollo de las diferentes estructuras, tejidos y líneas celulares involucradas en los procesos reproductivos (Kankofer *et al.*, 2005). Se sabe que las deficiencias de algunos minerales, entre ellos calcio, fósforo, cobalto, cobre, yodo, manganeso y selenio, y los excesos de molibdeno afectan la reproducción (Moncada, 2001). Sus deficiencias corren paralelas con alteraciones del eje hipotálamo-hipófisis-ovario. Al ser el calcio un elemento indispensable en la contractibilidad del útero, su déficit en la dieta podría ser responsable de una involución uterina inadecuada (Rúgeles, 2001). Los radicales libres son compuestos altamente reactivos que se producen en los procesos metabólicos normales, son extremadamente tóxicos para las células del organismo pudiendo reaccionar con ácidos nucleicos causando mutaciones, con enzimas desactivándolas, con ácidos grasos causando desestabilidad de la membrana. Cuando la velocidad de producción de los radicales libres supera la velocidad de inactivación se produce un stress oxidativo (Miller, 1993).

Un manejo nutricional adecuado es un punto clave para el mantenimiento de la productividad en un sistema ganadero, pues influencia fuertemente los índices zootécnicos especialmente los parámetros reproductivos (Pires *et al.*, 2011). Un desempeño reproductivo deficiente al consumo insatisfactorio y/o excesivo de energía, proteína y minerales. Los daños causados por la deficiencia de nutrientes son mucho mayores que los efectos tóxicos causados por los excesos. Recientes estudios apuntan que la deficiencia nutricional durante el último tercio de la gestación, interfiere en el desempeño productivo y reproductivo de sus crías.

Actualmente estudios mostraron que la nutrición pre-parto es más importante que la pos-parto y puede interferir en la programación del feto y consecuentemente alterar el desempeño productivo y reproductivo de la cría (Granja *et al.*, 2012).

Muchas de las fallas reproductivas pueden tener origen común, esto solo evidencia el hecho de que a nivel celular, muchos metabolitos poseen rutas metabólicas de integración única. Igualmente, algunos mecanismos pueden no ser tan evidentes, sin embargo, han sido descritos y deben tenerse en cuenta como potenciales factores que inciden negativamente sobre la dinámica de la reproducción (Campos *et al.*, 2008).

Además de su papel como antioxidantes en el organismo, la vitamina E y el SE podrían tener un papel específico en el mantenimiento de la salud reproductiva. Los tejidos reproductivos y las glándulas asociadas a la función reproductiva acumulan SE. Las vacas suplementadas con vitamina E y SE tienen mejor tasa de concepción, mejor transporte del espermatozoides por aumento de las contracciones uterinas hacia el oviducto y menor incidencia de patologías como metritis, retención placentaria y quistes ováricos. A veces la aplicación de uno solo de los compuestos mejora la función reproductiva, lo que hace suponer que también existen vías de actuación independientes entre ellos (Martínez *et al.*, 1999).

2.2.- β -CAROTENO, VITAMINA A Y SUS PRECURSORES.

El β -caroteno es, soluble en grasas, producido por plantas y organismos fotosintéticos. Los animales ingieren los alimentos que contienen β caroteno y lo transforman en vitamina A en el hígado y en la mucosa del intestino delgado (Quintela, *et al.*, 2008). El β -caroteno es el principal precursor de la vitamina A (retinol) en ganado lechero, que consigue evitar la degradación en el rumen se metaboliza en la mucosa intestinal transformándose en retinol y es absorbido y transportado al hígado junto con grasa, por ello su aplicación en forma inyectable

es lo más conveniente ya que de esta forma el paso a retinol es mucho más elevado y duradero (Arechiga, 1998).

Tanto la vitamina A como su precursor, el- β caroteno, son sustancias con una marcada acción antioxidante que tienen notables implicaciones en muchas actividades biológicas. Se ha demostrado a través de varios estudios que la suplementación de vitamina A durante 4 semanas en vacas en pre-parto reduce la incidencia de retención de placenta y de metritis. El- β caroteno desempeña un papel en la mejora de los mecanismos de defensa por linfocitos y fagocitos, y disminuye las enfermedades reproductivas (Smith, 1988). La vitamina A es esencial para la vista, mantener y reparar los tejidos, favorecer la resistencia a las infecciones, desarrollo del sistema nervioso, adecuado crecimiento de los huesos y músculos, integridad de los epitelios, para la adecuada funcionalidad del sistema inmune, evitar alteraciones genéticas y también para una adecuada funcionalidad reproductiva. El requerimiento de vitamina A en el alimento para vacas en producción está entre 2500 - 3600 UI / kg y para vacas en pre-parto entre 5500 - 8200 UI / kg. Se recomienda suplementar con adecuados niveles de vitamina A debido a que ante una deficiencia se presenta reducción de consumo de alimento, crecimiento lento, inapropiado crecimiento de los huesos, baja tasa de concepción y abortos los cuales tiene efectos negativos sobre el comportamiento productivo y reproductivo de los animales. Su deficiencia se asocia con ceguera nocturna, diarreas, neonatos muertos, ciegos, débiles, y enfermos, y retención placentaria (Graves *et al.*, 1989).

Al β -caroteno se le atribuye una variedad de acciones biológicas no directamente relacionadas con su función como precursor de retinol, sino como eliminador de radicales libres, especialmente los del oxígeno, y de esta forma, actúa como un potente antioxidante (Folman *et al.*, 1987). Además, se ha observado que el β -caroteno influye sobre la síntesis de progesterona en células cultivadas del cuerpo lúteo, el tejido con la mayor concentración de β -caroteno en donde su participación en la división del cuerpo lúteo indica una conversión del β -caroteno a vitamina A en el tejido blanco, por lo que se ha especulado que es el responsable

de las altas concentraciones de vitamina A en folículos no atrésicos, comparados con los atrésicos. La actividad divisoria del cuerpo lúteo del β -caroteno está significativamente correlacionada con todos los parámetros que indican calidad folicular, tales como la concentración intrafolicular de estradiol, la relación estradiol: progesterona y retinol, y no tanto como una función del tamaño de los folículos. La deficiencia de β -caroteno en vacas prolonga el período de celo, retrasa la ovulación, aumenta los abortos y las tasas de mortalidad embrionarias tempranas, debilita los signos de estro, aumenta de quistes ováricos, riesgo RP y metritis, aumenta las tasas de terneros muertos, débiles y ciegos y reduce la fertilidad (Schweigert *et al.*, 1988).

Podemos concluir que en los procesos reproductivos de los animales se generan numerosos radicales libres que pueden dañar las células del aparato reproductor, incluidos los gametos y el embrión, provocando, entre otros, fallos en la maduración del ovocito y en el desarrollo temprano del embrión, que derivan en un fallo reproductivo. Sin embargo el organismo mantiene, en condiciones normales, un equilibrio entre los radicales libres y los antioxidantes que previene la aparición de estos problemas (Quintela *et al.*, 2008).

La principal función de la vitamina A y el β -caroteno en el organismo, y de la que derivan la mayor parte de sus efectos, es su acción antioxidante. Así su papel más importante es proteger al organismo de los radicales libres producidos durante el metabolismo oxidativo normal del organismo. Un radical libre es una molécula (orgánica o inorgánica) extremadamente inestable y, por lo tanto, con gran poder reactivo que actúan alterando a las membranas celulares y atacando el material genético de las células (Iwanska, 1997). A largo plazo ocurre daño en la hipófisis y ovarios. No se sabe con certeza si el efecto del beta-caroteno sobre la reproducción es como precursor de la vitamina A o es por otros mecanismos independientes. La suplementación con beta-caroteno mejora los resultados reproductivos en torno al 50% de las ocasiones. La utilización del beta-caroteno durante más de 90 días posparto en situaciones de estrés por calor podría mejorar

los resultados reproductivos al proteger el embrión de la mayor producción de radicales libres que ocurre en dichas circunstancias (Martínez *et al.*, 1999).

2.3.- FUNCIONES ESPECÍFICAS DE SELENIO.

El SE ha adquirido una gran importancia en medicina veterinaria, debido a la incidencia sobre la productividad y salud de los animales. Se ha revelado como un agente antioxidante que guarda una relación funcional con la vitamina E. También juega un papel importante en el metabolismo de las grasas. El SE es uno de los minerales esenciales para el mantenimiento y desarrollo de las funciones del organismo animal (McDowell, 2000). Es un elemento que se encuentra en forma constante pero en pequeñas cantidades en los tejidos animales. Investigaciones de tipo bioquímico, ubican el SE como uno de los micronutrientes esenciales para los animales (Acosta, 2007).

La principal función del selenio es la de integrar la enzima glutatión peroxidasa, está relacionada con la neutralización y eliminación de los radicales libres de oxígeno que pueden alterar la integridad celular. Además, el SE está implicado en el transporte de proteínas y es cofactor de diversas enzimas la cual tiene funciones antioxidantes en el organismo. Cuando los niveles de SE son deficientes en la dieta, las vacas lecheras son susceptibles a retención de placenta, patologías de ubre y otras enfermedades infecciosas (Claudio *et al.*, 2008). La función específica de la glutatión peroxidasa es la conversión de peróxido de hidrógeno en agua y los hidroperóxidos en alcohol respectivamente. Cuando la concentración de peróxido de hidrógeno es baja, hay menos oportunidad de que el radical hidroxil pueda ser formado. El radical hidroxil es un oxígeno reactivo que es extremadamente dañino para las células (Henrry *et al.*, 1995).

Además, el SE está implicado en el transporte de proteínas y es cofactor de diversas enzimas (Burton, 1981).

La más importante actividad biológica del SE es a través de la enzima glutatión peroxidasa (GSH-Px), la cual en cooperación con la vitamina E y algunos otros elementos antioxidantes son capaces de reducir los efectos destructivos sobre las células vivas de reacciones peroxidativas (Arthur, 1997). La deficiencia de SE y vitamina E está asociado con una gran variedad de enfermedades en varias especies: enfermedad del músculo blanco, se presenta en animales jóvenes, afecta el musculo cardíaco y esquelético, se presenta con lesiones bilaterales simétricas en músculos esqueléticos, se presenta alta incidencia de infertilidad hasta 30 % y alta incidencia de muerte embrionaria de 3 a 4 semanas (Colin, 2007).

Estudios realizados con SE, demostraron que este mineral es transferido a los eritrocitos por un sistema de transporte activo, este proceso ocurre inmediatamente después de la administración de SE; sin embargo, hay otros factores dietéticos que pueden interferir con la absorción de SE en el tracto digestivo, tales como sulfatos, nitratos y niveles elevados de calcio en la dieta. Es probable que el SE absorbido sea transportado en el plasma unido a una proteína específica, la proteína P. En la sangre el 80% del selenio se encuentra en los glóbulos rojos y el 20% restante en el plasma unido a las proteínas plasmáticas. Cuando se inyecta en forma subcutánea de selenito de sodio radiactivo en bovinos adultos, se puede observar una acumulación del SE en la corteza renal, hígado, y glándula adrenal, mientras que el músculo retiene bajas cantidades (DePalo *et al.*, 1994).

El SE está a menudo asociado con el azufre, tanto en su forma orgánica como inorgánica (DePalo *et al.*, 1994). Las plantas y los microorganismos han mostrado ser capaces de reemplazar el azufre en la cistina y metionina con el SE, produciendo selenocistina y selenometionina. Algunas evidencias sugieren que el SE inorgánico es incorporado exclusivamente dentro de selenoproteínas, mediante la sustitución de SE por el azufre en el residuo decisteina de las proteínas. Algunas evidencias sugieren que el SE inorgánico es incorporado

exclusivamente dentro de selenoproteínas, mediante la sustitución de SE por el azufre en el residuo de cisteína de las proteínas (Arthur, 1997).

Un gran porcentaje del SE ingerido por los rumiantes parece ser incorporado por los microorganismos del rumen dentro de los selenoanálogos de metionina y cistina. Estos podrían ser absorbidos por el animal y depositados en los tejidos en forma de selenoaminoácidos. La selenometionina es absorbida por el intestino delgado por un mecanismo de transporte activo aparentemente similar al involucrado en la absorción de la metionina a partir de la mucosa intestinal. Estudios realizados con SE, demostraron que este mineral es transferido a los eritrocitos por un sistema de transporte activo. Este proceso ocurre inmediatamente después de la administración de SE (Scott *et al.*, 1976).

2.4.- FUNCIONES ESPECÍFICAS DE LA VITAMINA E.

La Vitamina E ha mostrado ser esencial para la integridad y óptima función del sistema reproductivo, muscular, circulatorio y nervioso. Entre las principales funciones de la vitamina E se encuentran: antioxidante biológico, síntesis de prostaglandinas, coagulación de la sangre, resistencia a enfermedades y acción conjunta con SE en la protección de tejidos contra los peróxidos que son compuestos que causan daño en las membranas. La vitamina E es el antioxidante liposoluble más importante y su forma biológica más activa es el alfa-tocoferol (Putman, *et al.*, 1987). Las bajas concentraciones de vitamina E se asocian con la desestabilización de las membranas de las células del sistema inmune, la disminución de la hipersensibilidad retardada y con la disminución de la producción de inmunoglobulinas. Estos efectos adquieren relevancia en el envejecimiento, ya que ha sido reconocido que en los mamíferos tiene lugar una disminución progresiva de la actividad del sistema inmune, a medida que se incrementa la edad (Febles *et al.*, 2002). La vitamina E es un componente integral de todos los lípidos de las membranas y sirve para protegerlas de los ataques

delas especies de oxígeno reactivo (EOR) sus principales funciones son, proteger las membranas celulares por su acción antioxidante, mantiene la fertilidad, actúa en los alimentos para prevenir la oxidación de los ácidos grasos insaturados, en el intestino aumenta la actividad de la vitamina A, evitando la oxidación intestinal (Rice *et al.*, 1988). Los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) de las membranas son particularmente vulnerables al ataque de EOR y estos pueden iniciar una reacción en cadena de lípidos incluyendo la membrana de la célula. La vitamina E puede detener las reacciones en cadena de las membranas y es probablemente el antioxidante más importante localizado en las membranas celulares (Putman *et al.*, 1987). En la actualidad, es conocida la capacidad antioxidante de la vitamina E que protege a los ácidos grasos insaturados de las membranas celulares frente a la peroxidación y que elimina los radicales libres derivados de la actividad celular normal (McPherson, 1994). Asimismo, la vitamina E mejora la respuesta inmune humoral al aumentar la capacidad de fagocitosis y destrucción de microorganismos por los linfocitos (Rice *et al.*, 1988).

Otras formas de la vitamina E son también conocidos como tocoferoles y tocotrienoles son reconocidos por su eficiente efecto inhibitorio en los procesos de oxidación de lípidos en alimentos y sistemas biológicos. Los tocoferoles se encuentran en semillas oleaginosas, hojas y otras partes verdes de plantas. El alfa-tocoferol se encuentra principalmente en los cloroplastos de las células vegetales, mientras que sus homólogos beta, gamma y delta se encuentran fuera de estas células. Por su parte, los tocotrienoles se encuentran en la corteza y en el germen de algunas semillas y cereales. Puesto que la vitamina E y sus homólogos, los tocoferoles y los tocotrienoles, son sintetizados solo en plantas, estos compuestos constituyen nutrientes muy importantes en la dieta de animales mayores (Burton, 1990).

Los tocotrienoles parecen inhibir el crecimiento de las células cancerosas en la glándula mamaria, mientras que los tocoferoles no exhiben este efecto (Hayes *et al.*, 1993).

La actividad antioxidativa de los tocoferoles y de los tocotrienoles es debido principalmente a su habilidad para donar sus hidrógenos fenólicos a los radicales libres (Burton, 1981).

El SE disminuye el requerimiento de vitamina E al menos en tres formas:

- 1.- Favorece la absorción de vitaminas liposolubles entre ellas la vitamina E al requerirse para preservar la integridad del páncreas.
- 2.- Reduce notablemente la cantidad requerida de vitamina E para preservar la integridad de las membranas celulares, debido a que el SE es integrante de la enzima glutatión peroxidasa. Esta enzima convierte la reducción de glutatión a glutatión oxidada y al mismo tiempo destruye peróxidos, transformándolos en alcoholes menos peligrosos, y previniendo así el ataque de estos sobre los AGPI en las membranas de la célula.
- 3.- El SE ayuda de una forma no conocida en la retención de vitamina E en el plasma sanguíneo (Scott *et al.*, 1976).

2.5.- EFECTO DE LA VITAMINA E Y EL SELENIO EN GANADO LECHERO.

Dentro de los antioxidantes se encuentran el SE y la vitamina E. El primero forma parte de la enzima glutatión peroxidasa (GSHPx), que se encarga de convertir peróxidos en agua, para evitar daños en las membranas celulares (Burk, 1993). Un desbalance entre producción y eliminación de radicales libres ya sea por deficiencia de vitamina E y/o SE puede contribuir a una mayor incidencia de enfermedades en el período periparto principalmente en vacas lecheras. La suplementación con antioxidantes es especialmente crítica durante el período periparto ya que la concentración de alfa-tocoferol (forma activa de la vitamina E) típicamente cae 7 a 10 días antes del parto y permanece baja durante las primeras 1 a 2 semanas de lactación aun cuando la vitamina E ofrecida sea constante a través del período seco (Smith *et al.*, 1998). Los beneficios de la suplementación con vitamina E y SE probablemente estén relacionados con los

efectos positivos de éstos sobre la función inmune (Gerloff, 1992; Smith *et al.*; 1997).

La vitamina E es el principal antioxidante presente en las membranas celulares y mantiene la integridad de los fosfolípidos en contra del daño oxidativo y la peroxidación. La acumulación de especies reactivas de oxígeno puede ser causa de infertilidad, pues pueden afectar la síntesis de hormonas esteroides, la tasa de fertilización y la calidad y el desarrollo temprano del embrión (Fujitani *et al.*, 1997). La administración parenteral de SE y vitamina E se ha utilizado para tratar de disminuir los problemas reproductivos posparto y mejorar la fertilidad. Así, se ha observado que el tratamiento con SE y vitamina E 21 días antes del parto, reduce la incidencia de retención placentaria e incrementa la fertilidad. Asimismo, la administración de un tratamiento similar al día 30 posparto mejora la tasa de fertilidad (Arechiga *et al.*, 1998). La retención de membranas fetales es una de las manifestaciones clínicas cuando existe deficiencia de SE. Asimismo, la retención placentaria está relacionada con un desbalance entre la producción y neutralización de las especies reactivas de oxígeno. También se ha encontrado que el SE y la vitamina E favorecen la eliminación de la placenta a través del efecto que tienen en la actividad de los leucocitos, ya que el SE y la vitamina E favorecen su función y su migración. El tratamiento con SE y vitamina E ayudó a reducir los casos de metritis purulenta a través de su influencia en la capacidad de respuesta del útero a las infecciones (Ruiz *et al.*, 2009).

2.6.- REINICIO DE LA ACTIVIDAD OVÁRICA EN GANADO LECHERO.

La influencia del nivel de alimentación sobre la reproducción ha sido ampliamente estudiada, estableciéndose su actuación en varios puntos del sistema reproductivo (Butler, 2000). El más importante es sobre el eje hipotálamo-hipófisis ya que una deficiente alimentación al inicio de la lactancia produce una depresión de la síntesis de GnRH, lo que afecta a la liberación de FSH y a la frecuencia pulsátil de

LH, provocando una disminución de la función ovárica que origina un retraso en la ovulación y el consiguiente incremento del período de anestro (Jimeno *et al.*, 1998). Otro sitio de acción es el ovario, una nutrición deficiente afecta a la disponibilidad de colesterol como precursor de las hormonas esteroidales (Staples *et al.*, 1998). Por otra parte, las vacas lecheras de primera lactación pueden presentar un mayor antagonismo entre producción de leche y fertilidad, pues aún no completaron su desarrollo (Ferguson, 1991), y la reanudación de la actividad ovárica después del parto depende de los cambios de peso al fin de la gestación y la condición corporal al momento del parto (Wright *et al.*, 1977).

La primera ovulación posparto es uno de los parámetros que se ha correlacionado con la fertilidad. Se conoce que el periodo del parto a la primera ovulación ha aumentado en las vacas modernas. En 1964 era de 29 ± 3 días y actualmente es de 43 ± 5 días. En México, el intervalo entre parto a primera ovulación en ganado lechero en sistemas de producción en pequeña escala (hatos de 5 a 20 vacas) con producciones diarias de leche de 21.3 ± 0.39 Kg., es de 32.3 ± 2.3 días (Salas, 1988). En contraste, en un hato de 1150 vacas con una producción de leche de 9683 Kg (365 días) el intervalo del parto a la primera ovulación es de 45.8 ± 2.7 .

2.7.- PERIODO DE ESPERA VOLUNTARIO Y DÍAS A PRIMER SERVICIO Y SU RELACIÓN CON LA FERTILIDAD.

Tradicionalmente se considera adecuado un periodo de espera voluntario de 40 a 60 días post parto para dar el primer servicio, sin embargo los investigadores están de acuerdo en que no es solamente la longitud del tiempo que se espere lo que conduce al éxito reproductivo, es el establecer un periodo de espera voluntario (PEV) basado en un programa reproductivo establecido para las necesidades particulares de la explotación. El acortar el PEV no habilita a las vacas para que queden gestantes más tempranamente después del parto, por el contrario esto ofrece una falsa sensación de mejoramiento reproductivo, ya que estas preñeces constituyen una excepción, más que la regla. Después del parto

las vacas básicamente tienen una fertilidad de cero, aunque esto cambia rápidamente en el transcurso de las semanas, al tiempo que el útero involucre y retorna a su tamaño normal reasumiendo sus actividades estrales normales. Esta progresión natural hacia el pico de fertilidad post parto, toma más de dos meses en la mayoría de las ocasiones, ya que este proceso varía de explotación a explotación y de vaca a vaca dependiendo del manejo, nutrición y medio ambiente (Inostroza, y Sepúlveda, 1999).

La inseminación temprana por sí misma, no resolverá los problemas reproductivos de nadie, antes al contrario es en general, matemáticamente imposible para un hato con bajo desempeño reproductivo, alcanzar el intervalo entre parto deseado por el solo hecho de acortar el PEV, ya que el PEV, no es la raíz del problema. Las razones en hatos bien manejados, son básicamente tres: alta producción, consumo insuficiente de nutrientes por incapacidad (periodo de balance negativo de energía) y deficiente condición corporal. Una conduce a la otra. Por supuesto que hay otros factores que influyen para producir esta baja fertilidad. Si damos el primer servicio a 80, 100 o 120 días post parto, tendremos un periodo abierto promedio de 160 días: si le concedemos 3 servicios a la que inseminemos a 120 días, nos lleva a 160 días abiertos. Sacando un promedio de las que carguen a los 80 y a los 160: 120 días abiertos promedio +210 días (7 meses de gestación) 60 días periodo seco se tiene un total de 390 días $\div 30 = 13$ meses intervalo entre partos. Un intervalo entre partos de 13 meses, es absolutamente razonable y además obtendremos lactancias más prolongadas, menor desperdicio de semen y crías genéticamente superiores (Aréchiga, 1998).

Investigadores europeos reportaron en el Journal of Thereogenology de 2003, que las vacas que fueron inseminadas después de cortos periodos de espera voluntaria, tuvieron tasas de concepción significativamente menores que aquellas que tuvieron PEV más largos. Esto es cierto tanto para vacas por arriba del promedio como abajo del promedio de producción de leche; finalmente la vaca queda gestante cuando ella está en condiciones y esas condiciones tardan más en

llegar para las altas productoras, aun cuando existe evidencia de que las medianas y bajas productoras, también se benefician con PEV más largos (Salas, 1998).

2.8.- TASA DE GESTACIÓN Y TASA DE PREÑEZ EN GANADO LECHERO.

Los resultados de fertilidad están mejor representados por:

$\% \text{ de la detección de calor} \times \% \text{ de preñez} = \text{tasa de embarazo o gestación}$

Porcentaje de detección de calor = El número total de vacas inseminadas dividido por el número de vacas no preñadas con días en leche más largo que el período de espera voluntario durante un período de ciclo de 21 días..

Tasa de Gestación (TG). La tasa de gestación es el porcentaje total de vacas que quedaron preñadas después de una o más cubriciones o inseminaciones y se obtiene de la relación entre el número total de vacas gestantes dividido para el número total de vacas inseminadas gestantes y no gestantes (Álvarez, 1999).

Iniciemos con la tasa de detección de celos (TDC), también conocida como Tasa de servicio, corresponde al número real de vacas que son inseminadas de una población de animales elegibles para la cría. Si tenemos un centenar de vacas frescas de más de 60 días en leche (Período voluntario de espera) y elegibles para ser inseminadas, y llegamos a inseminar a 35 de ellas en un mes (considerada muy baja), nuestra tasa de detección de celo será entonces del 35%. El apoyarse de alguna o de varias herramientas en conjunto (crayones, podómetros, heat time, parches “estrusalert”, “estrotec”, etc.) garantizan un incremento en la tasa de servicio. El segundo parámetro corresponde a la tasa de gestación (TG), que se refiere al número de animales que quedan preñados como un porcentaje del número total de animales inseminados. Se trata de una cifra

importante, ya que muestra la habilidad de nuestros técnicos inseminadores, la condición de salud del útero de la vaca y de la vaca en sí misma para mantener una preñez. Sin embargo, no da ninguna información acerca de otros parámetros importantes para medir el desempeño reproductivo del establo y desafortunadamente para algunos establos continúa siendo el parámetro reproductivo más empleado para la toma de decisiones (Ortiz,2013).

La tasa de preñez (TP), se obtiene multiplicando la tasa de detección de celos por la tasa de concepción. Así entonces, si tenemos una tasa de detección de celos del 35%, y una tasa de concepción del 45%, nuestra tasa de preñez sería de $0,35 \times 0,45 = 0,158$. Y la lección es que la tasa de preñez mejorará si somos exigentes en la tasa de detección de celos y la tasa de concepción (Ortiz,2013).

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.-DESCRIPCIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL.

El presente trabajo se llevó a cabo en el año 2013 en un establo lechero del municipio de matamoros Coahuila México ubicado en la carretera matamoros – filipinas km 7, a una mediana altura de 1130 metros sobre el nivel del mar.

Se encuentra en las coordenadas GPS:

Longitud (dec): *-103.230833*

Latitud (dec): *25.454444*

3.2.- DESCRIPCIÓN DE LOS ANIMALES DEL ESTUDIO.

Para este experimento se formaron dos grupos al azar de 100 vacas multíparas, 100 para grupo tratado y 100 para grupo testigo (sin tratamiento). Al grupo tratado se le aplicó 50 mg de SE y 680 UI de vitamina E (12 ml de Mu-se) como dosis única por vía subcutánea en etapas de periodo seco, periodo de transición (reto) y 30 días postparto. A todas las vacas se les asignó un código de acuerdo al grupo al que pertenecían y pasando los 30 días posparto se hizo la medición de los parámetros reproductivos. Esta explotación lechera cuenta con un periodo de espera voluntario (PEV) de 50 días.

3.3.- VARIABLES ANALIZADAS.

Tasa de gestación a primer servicio.

Tasa de gestación en vacas con más de 160 días en leche.

Tasa de desecho en vacas con menos de 100 días en leche.

3.4.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Los datos obtenidos de este trabajo se analizaron por SYSTAT versión 10 con una comparación de proporciones por medio de la prueba de chi-2 en las variables analizadas.

3.5.-DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.

Es una emulsión de SE y Vitamina E indicada para la prevención y tratamiento del Síndrome de Deficiencia de SE y Vitamina E en cerdos y bovinos adultos en producción así como becerros al destete.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1.- Tasa de gestación al primer servicio en vacas multíparas Holstein tratadas con vitamina E y selenio tratadas durante el periodo de transición.

Grupo	n	Tasa de gestación a primer servicio	%
Tratado	100	43	43 a
Testigo	100	48	48 a

Literales iguales entre columnas no difieren estadísticamente $P>0.05$

Tabla 2.- Tasa de gestación en vacas multíparas Holstein con más de 160 días en leche tratadas con vitamina E y selenio tratadas durante el periodo seco, de transición y 30 días posparto

Grupo	n	Tasa de gestación con más de 160 días en leche	%
Tratado	100	71	71.0 a
Testigo	100	75	75.0 a

Literales iguales entre columnas no difieren estadísticamente $P > 0.05$

Tabla 3.- Tasa de desecho en vacas multíparas Holstein con menos de 100 días en leche tratadas con vitamina E y selenio tratadas durante el periodo seco, de transición y 30 días posparto

Grupo	n	Tasa de desecho con menos de 100 días en leche	%
Tratado	100	5	5 a
Testigo	100	10	10 a

Literales iguales entre columnas no difieren estadísticamente $P > 0.05$

Los resultados encontrados en esta investigación no fueron estadísticamente significativos en cuanto a tasa de gestación al primer servicio (tabla 1), tasa de gestación en vacas multíparas Holstein con más de 160 días en leche durante el periodo seco, de transición y 30 días posparto (tabla 2) y lo mismo en tasa de

desecho en vacas Holstein con menos de 100 días en leche en los mismos periodos tratadas con vitamina E y SE (tabla 3) , aunque se tuvo una diferencia numérica de un 5% en tasa de desecho a favor de las tratadas vs el grupo testigo, estos resultados difieren de los encontrados por (Ruiz y Ortiz et al., 2009) quienes evaluaron el efecto de una terapia antioxidante basada en inyecciones de SE y vitamina E, administradas antes y después del parto sobre la incidencia de fertilidad en vacas Holstein; para lo cual utilizaron 353 vacas, las cuales se asignaron al azar en 3 grupos, grupo pre-posparto (N=122) las cuales recibieron una inyección subcutánea de 50 mg de SE y 680 UI de vitamina E (10 ml de Mu-Se) los días 60 y 21 pre parto y 30 y 90 días posparto; grupo preparto (N=117) las vacas recibieron una inyección similar al grupo anterior 21 días antes del parto; grupo testigo (N=114) los animales recibieron una inyección subcutánea de 10 ml de solución salina fisiológica a los días 60 y 21 preparto y 30 y 90 posparto.

Encontrándose que la proporción de vacas con puerperio anormal fue menor ($p < 0.005$) en el grupo pre-posparto (27%) que en los grupos preparto (40.1%) y testigo (44.7%). El grupo pre-posparto mostro mayor tasa de gestación ($p < 0.008$ %). Así 70% de las vacas del grupo pre-posparto se encontraba gestante al día 150 posparto comparado con 58.9% del grupo testigo.

En el estudio mencionado anteriormente se aplicaron cuatro dosis de SE y vitamina E, los días 60 y 21 antes de la fecha probable de parto, y 30 y 90 días posparto; en este trabajo solo se aplicaron dos dosis, por lo mismo se puede suponer que esto pudo haber sido la causa de la diferencia en cuanto a resultados favorables.

Los resultados en la presente investigación coinciden con los de Baray (2013) el cual dentro del mismo experimento evaluó los porcentajes de retención de membranas fetales (RMF) y de metritis, no encontrando un efecto de la suplementación de vitamina E y selenio ($P > 0.05$).

El hecho que, al no encontrar diferencia en patologías uterinas podría explicar en parte los resultados de este experimento, ya que si las vacas en el puerperiotemprano no tuvieron diferencias en cuanto enfermedades reproductivas las cuales están relacionadas con un decremento de la fertilidad y un aumento en el intervalo entre partos (Gilbert, 2005) por lo cual la fertilidad futura fue similar, coincidiendo con lo reportado por Paula-Lopes *et al;* (2003) quienes no encontraron diferencia en la fertilidad en una terapia basada en inyecciones de SE y vitamina E antes y después del parto.

Sin embargo este estudio no coincide con lo reportado por Ruiz *et al;* (2009) quienes encontraron que la terapia antioxidante mejora la tasa de gestación al día 150 pp. Cabe señalar que este estudio fue hecho en otra zona del país con otras condiciones de medio ambiente,

Se sabe que la mayoría de los protocolos de terapia de antioxidantes en la zona de la Laguna recomiendan el uso de esta al secado y al reto (comunicación personal) sin embargo, en esta investigación se utilizó una dosis extra (30 días pp.) no encontrando efectos favorables en la fertilidad, lo que puede indicar que las necesidades de las vacas estaban probablemente cubiertas por la dieta ofrecida.

V CONCLUSIONES.

Se concluye que, con la administración de SE y vitamina E, no hubo diferencia en la fertilidad a primer servicio, a 160 días en leche, ni en la tasa de desecho a 100 días pp., por lo cual se sugiere otro tipo de investigación encaminado a rediseñar lo protocolos de terapia de antioxidantes.

Nota: Se agradece al laboratorio MSD, salud animal, por la donación del Mu-Se®

VI BIBLIOGRAFIA

Acosta, 2007. Selenio. Laboratorios Santa Elena, Uruguay. Jefe de control de calidad de Laboratorios Santa Elena. pp. 1-2.

Álvarez, J. L. 1999. Sistema integral de la atención a la reproducción. edicensa Carretera de Jamaica y autopista nacional de San José de las Lajas, La Habana, Cuba. pp. 98.

Aréchiga, F. C. F. 1998. Efectos adversos del estrés calórico en la reproducción del ganado bovino. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. pp. 135-150.

Arechiga, C. F. C. R. Staples, L. R. McDowell y P. J. Hansen. 1998. Effects of timed insemination and supplemental beta-carotene on reproduction and milk yield of dairy cows under heat stress. J. Dairy. Sci. pp. 390-402.

Arthur, J. 1997. Non - Glutathione peroxidase functions of Selenium. In.Proceedings of the Symposium on Biotechnoloin Feed Industry. Memories of the XII Symposium on biotechnology in the fend industry. Nothingham: Alltech; pp. 14-54.

Baray, M. F. 2013. Efecto de la suplementación de selenio y vitamina E sobre las patologías del puerperio temprano en vacas. Tesis como requisito para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna.

Biehl, m. v. Pires, A. V. Cruppe, L. H. Nepomuceno, D. D. Rocha, F. M. Ferreira, E. M. 2011. Manejo nutricional para maximização da eficiência reproductiva emfêmeaszebuínas. pp. 335-364.

Burk rf, hill ke.1993. Regulation of selenoproteins.Annu Rev Nutr. pp. 65-81.

Burton, G. W. E. Ingold, K. V. 1981. Auto oxidation of biological molecules.Antioxidant activity of vitamin E and related chain-breaking phenolic antioxidants in vitro.J. Amer. Chem. Soc. pp. 6472-6477.

Burton, G. W. y Traber, M. G. 1990. Vitamin E, antioxidant activity, biokinetics and bioavailability.Amer. Rev. Nutr. pp. 357-382.

Campos, G. R., Hernández, E. A. 2008. Relación nutrición fertilidad en bovinos un enfoque bioquímico y fisiológico. Facultad de ciencias agropecuarias departamento de ciencia animal. pp. 1-4.

Colin. 2007. Metritis postparto en vacas lecheras. Dvm, MVetSc, Dipl. act Western College of Veterinary Medicine. University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, Canada. Taurus. pp. 20-37.

Claudio E., Glauber. 2008. Minerales y oligoelementos en bovinos: su rol en la salud y una aproximación terapéutica. Facultad Ciencias Veterinarias, UBA, Argentina. Pp. 1-2.

DePalo, R. J., Kinlaw, B. Zhao, C. Kulka H y St Germain, D. L. 1994. Effect of Selenium deficiency on Type Y5-deiodinase. J. Biol. Chem. pp. 6223-6228.

Febles F. C., Soto C. F., Saldaña, B. A y Bárbara, E. García, T. 2002 funciones de la vitamina E. actualización. Facultad de Estomatología Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana. Rev Cubana Estomatol. pp. 28-32.

Folman, Y., Ascarelli, D. Kraus y Barash, H. 1987. Adverse effect of beta-carotene in diet on fertility of dairy cows. J Dairy Sci. pp. 357-366.

Fujitani Y. Kasai K. Ohtani S. Nishimura K. Yamada M. Utsumi K. 1997. Effect of oxygen concentration and free radicals on in vitro development of in vitro produced bovine embryos. J AnimSci. pp. 75-483.

Granja, S., Yury, Cerquera. G., Jefferson., Fernández, B. Omar. 2012. Nutritional factors interfering in the reproductive performance of female bovine. Rev. Colombiana Cienc. Anim. pp. 458-472.

Graves, R. L. Hoagland, T. A., Woody, C. O. 1989. Relationship of plasma β -carotene and vitamin A to postpartum cattle. J. Dairy Sci. pp. 1854-1858.

Gilbert, R. O. Shin, S. T, Guard, C. L, Erb, H. N. Frajblant, M. 2005. Prevalence of endometritis and its effects on reproductive performance of dairy cows. Theriogenology. pp. 2210-2218.

Hayes, K. C. et al. 1993. Differences in the plasma transport and tissue concentrations of tocopherols and tocotrienols: observations in humans and hamsters. pp. 353-359.

Henry, P. R. y C. B. Ammerman. 1995. Selenium bioavailability. In: Bioavailability of nutrients for animals: amino acids, minerals, and vitamins. Academic Press. San Diego, USA. pp. 303-336.

Iwanska, S., Strusinska D. 1997. The effect of beta-carotene and vitamins A, D, E and E on some reproductive parameters in cows. Acta Vet. Hung. pp. 95-107.

Inostroza, M. y N. Sepúlveda. 1999. Actividad reproductiva postparto en vacas lecheras Frisonas. pp. 429-432.

Kankofer, M., lipko, J., zdunczy, S. 2005. Total antioxidant capacity of bovine spontaneously released and retained placenta. Pathophysiology. pp. 215–219.

Martínez, L. A. Sánchez, C. J. F. 1999. Mundo Ganadero, Eumedia S. A., Madrid, Nº 111. Alimentación y reproducción en vacas lecheras. pp. 2-4.

McDowell, L. 2000. Vitamins in animal and human nutrition, 2nd. Edition, Iowa State University Press, pp. 793.

McPherson, A. 1994. Selenium vitamin E and biological oxidation. In: Recent advances in animal nutrition. pp 3-30.

Miller, col. I. 2000. Vitamins in animal and human nutrition, 2nd. Edition, Iowa State University Pres, pp. 793.

Moe, P. W. 1981. Energy metabolism of dairy cattle. J. dairy Science. pp. 65-1120.

Moncada, A. H. 2001. Implicaciones metabólicas en el aborto bovino. Seminario de Nutrición, Reproducción y Clínica de Bovinos. Universidad de Antioquia, Medellín.

Nacho Ortiz Espinosa. 2013. cri. Traducción y adaptación de boletín técnico de Roger. Reproducción Animal México. E. Weigle D. V. M, CooperativeResources International.

Ruiz, J. L. A., Ortiz, G. O., Flores, A. C. F., Roura, M. S; Gutierrez, C. G; Ceron, H. J. 2009. Incidencia de patologías uterinas y fertilidad de vacas Holstein tratadas con selenio y vitamina E antes y después del parto.

Paula Lopes, F. F., AL-Katanani, Y. M., Majewski, A. C., McDowell, L. R., Hansen, P. J. 2003. Manipulation of antioxidant status fails to improve fertility of lactating cows or survival of heat-shocked embryos. J. DairySci.

Putman, M. E. y N. Comben. 1987. Vitamin E. Vet. Rec. pp. 121-541.

Quíntela, L. A. Díaz, J. J. Becerra, G. Alonso, S. García, P.G. Herradón. 2008. Papel del β - caroteno y la vitamina A en la reproducción en el ganado vacuno. pp. 399-410.

Rice, D. A., S. Kennedy. 1988. Assesement of vitamin E, selenium and polyunsaturated fatty acid interactions in the etiology of disease in the bovine. Proc. Nutr. Soc. pp. 47-177.

Ruiz, J. L. A., Ortiz G. O. 2009. Incidencia de patologías uterinas y fertilidad de vacas Holstein tratadas con selenio y vitamina E antes y después del parto.

Ruiz, J. L., Hernández, C. J., Gutiérrez, C. G., Aréchiga, C. F., Ortiz, O., Morales R. S. 2001. Efectos de la administración parenteral de Selenio y vitamina E sobre patologías uterinas posparto en vacas. "Memorias del XXV congreso nacional de Buiatria. Ver, México.

Rúgeles, C. 2001. Interrelaciones entre nutrición y fertilidad en bovinos. Rev Córdoba. pp. 24-30.

Salas, G. 1998. Reinicio de la actividad ovárica posparto en vacas Holstein bajo sistemas de producción en pequeña escala. Tesis de maestría. Morelia Mich. México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Schweigert, F. J., M. Wierich, W. A. Rambeck y H. Zucker. 1988. Carotene cleavage activity in bovine ovarian follicles. Theriogenology. pp. 923-930.

Scott, M. L. M. C., Nesheim y R. J. Yuong. 1976. Nutrition of the Chicken. Second Ed. M. L. Scott & Associates. Ithaca, N. Y.

Smith., col. 1997. Dietary vitamin E and selenium affect mastitis and milk quality. J. Anim. Sci. pp. 1659-1665.

Smith, J. F. 1988. Influence of nutrition on ovulation rate in the ewe. Aust J BiolSci. pp. 27-36.

Villanueva, J. C. G. 2011. Nutrición del ganado: selenio. pp. 1-3.