Incidencia de patologías uterinas y fertilidad de vacas Holstein tratadas con selenio y vitamina E antes y después del parto

Incidence of uterine pathologies and fertility of Holstein cows treated with selenium and vitamin E before and after parturition

Luis Alonso Ruiz Juárez* Carlos F. Aréchiga Flores** Salvador Morales Roura*
Oscar Ortiz González* Carlos G. Gutiérrez* Joel Hernández Cerón*

Abstract

An antioxidant therapy based on vitamin E and selenium subcutaneous (sc) injections administered prior to and after parturition, was evaluated by measuring the incidence of uterine pathologies and fertility in lactating Holstein cows. Cows (n = 353) were randomly distributed into three groups: Group pre-postpartum (n = 122), cows received a sc injection of 50 mg Se and 680 IU vitamin E (10 mL of Mu-Se) on 60 and 21 days prepartum and 30 and 90 days postpartum; Group prepartum (n = 117) received a sc injection 21 days prior to parturition; control Group (n = 114), cows received sc injections of saline solution (SS, 10 mL) on 60 and 21 days prepartum and 30 and 90 days postpartum. Incidence of retained fetal membranes (RFM) in control Group (20.1%) was similar (P > 0.05) to prepartum Group (12.8%), but it differed (P < 0.05) from pre-postpartum Group (6.5%). The percentage of cows with haemorrhagic metritis (HM) was similar among groups (8.7%; P > 0.05). Proportion of cows with purulent metritis (PM) in control Group (37.7%) was similar (P > 0.05) to prepartum Group (33.3%), but reduced (P < 0.05) in pre-postpartum Group (23.7%). The global proportion of cows showing any of the evaluated pathologies was similar (P > 0.05) for control groups (44.7%) and prepartum Group (40.1%) but lower (P < 0.05) for pre-postpartum Group (27%). Pregnancy rate at 150 days postpartum (PP) was greater (P < 0.08) for pre-postpartum Group (70%) than control Group (58.9%). In conclusion, an antioxidant therapy based on vitamin E and selenium administration, 60 and 21 days prior to parturition and 30 and 90 days after parturition, reduces the incidence of uterine pathologies and improves pregnancy rate at 150 days postpartum in Holstein cows.

Key words: SELENIUM, VITAMIN E, METRITIS, FERTILITY, DAIRY CATTLE.

Resumen

Se evaluó el efecto de una terapia antioxidante basada en inyecciones de selenio y vitamina E, administradas antes y después del parto, en la incidencia de patologías uterinas y fertilidad en vacas Holstein. Se utilizaron 353 vacas, las cuales se asignaron al azar a tres grupos: Grupo pre-posparto (n = 122), las vacas recibieron una inyección sc de 50 mg de selenio y 680 UI de vitamina E (10 mL de Mu-Se) los días 60 y 21 preparto y 30 y 90 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 los días 60 y 21 preparto, y 30 y 90 posparto. La incidencia de retención placentaria en el Grupo testigo (20.1%) fue similar (P > 0.05) al Grupo preparto (12.8%), pero difirió (P < 0.05) del Grupo pre-posparto (6.5%). La proporción de vacas con metritis hemorrágica fue similar entre grupos (8.7%; P > 0.05). El porcentaje de vacas con metritis purulenta en el Grupo testigo (37.7%) fue igual (P > 0.05) al Grupo preparto (33.3%), pero se redujo (P < 0.05) en el Grupo pre-posparto (23.7%). La proporción global de vacas con cualquiera de las patologías evaluadas fue similar (P > 0.05) entre las vacas de los grupos testigo (44.7%) y preparto (40.1%), pero fue menor (P < 0.05) en el Grupo pre-posparto (27%). El Grupo pre-posparto tuvo mayor (P < 0.08) tasa de gestación (70%) a los 150 días posparto que el testigo (58.9%). Se concluye que la administración de selenio y vitamina E los días 60 y 21 antes del parto y 30 y 90 posparto, reduce las patologías uterinas y mejora la tasa de gestación al día 150 posparto en vacas Holstein.

Palabras clave: SELENIO, VITAMINA E, METRITIS, FERTILIDAD, GANADO LECHERO.

Recibido el 6 de septiembre de 2007 y aceptado el 19 de noviembre de 2008.
*Departamento de Reproducción, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F., Tel.: 5622-5860, fax: 5622-5935, correo electrónico: jhc@servidor.unam.mx
**Departamento de Reproducción, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas, Carretera Panamericana Fresnillo-Zacatecas, Km. 31.5, Apartado postal 9 y 11, C.P. 98500, Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, Zacatecas, México.

Introduction

In physiological conditions, about 2% of the utilized oxygen in animal metabolism is transformed into reactive oxygen species.[1] These molecules are removed by several biochemical systems present in cells and extra cellular fluids. The excessive production of oxidative molecules and the deficiency of antioxidant substances lead to their accumulation and cellular damage.[2] Selenium and vitamin E are found in antioxidant systems. The first one is part of the glutathione peroxidase enzyme (GSHPx), which is in charge of transforming peroxides into water, in order to avoid damage in cellular membranes.[3,4] Vitamin E (α-tocopherol) is the main antioxidant present in cellular membranes and keeps phospholipids integrity against oxidative damage and peroxidation.[5] The accumulation of reactive oxygen species can be the cause of infertility because they can affect steroid hormone synthesis,[6] fertilization rate[7] and the quality and early development of the embryo.[8,9]

Parenteral administration of selenium and vitamin E has been used to try to decrease postpartum reproduction problems and improve fertility. Thus, it has been observed that selenium (50 mg) and vitamin E treatment (680 IU) 21 days before parturition, reduces the incidence of retained placenta and increases fertility.[10,11] Likewise, the administration of a similar treatment at day 30 postpartum improves fertility rate.[12] Not one favorable effect with similar treatments has been observed in other studies.[13-15] The response to selenium and vitamin E parenteral treatments can obey to selenium and vitamin E content in the diet and to the grade of oxidative stress in cows included in those studies, which mainly depends on their capacity of milk production. During the last 30 years, milk production has duplicated and with this the antioxidant requirements.[16] Also, the diet offered to dairy cows can be selenium deficient, since it was found that feed and soil of the Mexican plateau are deficient in this element.[17] However different antioxidants in the diet are included, parenteral via is a practical protection strategy against oxidative stress.[11,12] The aim of this study was to determine if the antioxidant treatment based on selenium and vitamin E injections administered before and after parturition, decreases the incidence of uterine pathologies and improves fertility in Holstein cows.

Material and methods

Animals

The study was performed in a dairy farm in El Marques County, Queretaro, Mexico. Climate is considered

Introducción

En condiciones fisiológicas, alrededor de 2% del oxígeno utilizado en el metabolismo animal se convierte en especies reactivas de oxígeno.[1] Estas moléculas son removidas por varios sistemas bioquímicos presentes en las células y en los fluidos extracelulares. La producción excesiva de moléculas oxidantes y la deficiencia de sustancias antioxidantes conduce a su acumulación y al daño celular.[2] En los sistemas antioxidantes se encuentran el selenio 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.[3,4] La vitamina E (α-tocoferol) es el principal antioxidante presente en las membranas celulares y mantiene la integridad de los fosfolípidos en contra del daño oxidativo y la peroxidación.[5] La acumulación de especies reactivas de oxígeno puede ser causa de infertilidad pues pueden afectar la síntesis de hormonas esteroides,[6] la tasa de fertilización[7] y la calidad y el desarrollo temprano del embrión.[8,9]

La administración parenteral de selenio 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 selenio (50 mg) y vitamina E (680 UI) 21 días antes del parto, reduce la incidencia de retención placentaria e incrementa la fertilidad.[10,11] Asimismo, la administración de un tratamiento similar al día 30 posparto mejora la tasa de fertilidad.[12] En otros estudios no se ha observado ningún efecto favorable con tratamientos similares.[13-15] La respuesta a los tratamientos parenterales de selenio y vitamina E puede obedecer al contenido de selenio y vitamina E en la dieta y al grado de estrés oxidativo de las vacas incluidas en esos estudios, que depende principalmente de su capacidad de producción de leche. En los últimos 30 años la producción de leche se ha duplicado y con ello los requerimientos de antioxidantes.[16] Además, la dieta ofrecida a las vacas lecheras puede ser deficiente en selenio, ya que en un estudio realizado en el altiplano de México se encontró que tanto el alimento como el suelo son deficientes en este elemento.[17] No obstante que se aportan diferentes antioxidantes en la dieta, la vía parenteral es una estrategia práctica de protección contra el estrés oxidativo.[11,12] El objetivo de este trabajo fue determinar si el tratamiento antioxidante basado en inyecciones de selenio y vitamina E administradas antes y después del parto, disminuyen la incidencia de patologías uterinas y mejoran la fertilidad de vacas Holstein.

as partly dried-temperate, with summer rains.[18] The farm includes 700 cows in production, the animals are milked twice a day and their average production was 9 815 kg of milk during 305 days in lactation. Three hundred and fifty three Holstein pregnant cows (from two to five parturitions) were used. Animals were selected 60 days before the expected parturition time. There were no selenium deficiency antecedents in the herd. The diet during prepartum and postpartum was formulated to proportionate 0.3 ppm of selenium and 1 000 IU of vitamin E per cow per day, according to the National Research Council requirements.[19] Feed was offered integrally and *ad libitum*.

Cows were randomly assigned in three groups, which received the following treatments: *a*) In prepospartum Group cows received a sc injection of 10 mL of Mu-Se* equivalent to 109.5 mg of sodium selenite (50 mg of selenium) and 680 IU of α-tocopherol acetate, on days 60 and 21 before the probable date of parturition, and 30 and 90 days postpartum. Dose was determined according to the recommended by the adult cows laboratory being validated in other studies;[11,12] *b*) in the prepartum Group cows received a single sc injection of 10 mL of Mu-Se, 21 days before the probable date of parturition; *c*) control Group, the animals received a sc injection of 10 mL of physiological saline solution on days –60, -21, 30 and 90.

A uterine examination was done by rectal palpation on day seven postpartum and the following pathologies were diagnosed according to the described by Zemjanis:[20]

a) retained fetal membranes (RFM), this one was considered when the fetal membranes were not expulsed during the first 12 h after birth; *b*) hemorrhagic metritis (HM), when bloody brown, liquid consistency and fetid smell uterine exudate was observed; *c*) purulent metritis (PM), when there was purulent, viscous consistency and whitish to yellowish coloration uterine exudates; *d*) abnormal puerperium (AP), all of the cows which presented any of the three alterations: retained placenta, hemorrhagic metritis and purulent metritis.

Cows which showed any of these pathologies (RFM, HM, PM) received as a treatment an intrauterine infusion of 50 mL of oxytetracycline at 5% (2.5 g of oxytetracycline); afterwards, they were checked each week until the problem had disappeared.

From day 50 postpartum, cows were being observed by a worker all day long, in order to detect estrous conduct. Artificial insemination was performed 12 h after estrous beginning. High fertility Holstein-Fresian bull semen was utilized. The pregnancy diagnosis was done by rectal palpation between days 45 and 60 after mating.

Material y métodos

Animales

El estudio se realizó en una explotación lechera ubicada en el municipio del Marqués, Querétaro, México. El clima se considera semiseco-templado, con lluvias en verano.[18] El establo cuenta con 700 vacas en producción, los animales son ordeñados dos veces al día, y su promedio de producción fue de 9 815 kg de leche durante 305 días de lactancia. Se utilizaron 353 vacas gestantes de la raza Holstein (de dos a cinco partos). Los animales se seleccionaron 60 días antes de la fecha esperada de parto. En el hato no se tenían antecedentes de deficiencia de selenio. La dieta durante el periodo preparto y posparto fue formulada para proporcionar 0.3 ppm de selenio y 1 000 UI de vitamina E por vaca al día, de acuerdo con los requerimientos del National Research Council.[19] El alimento fue ofrecido en forma integral y a libre acceso.

Las vacas fueron asignadas aleatoriamente en tres grupos, que recibieron los siguientes tratamientos: *a*) en el Grupo pre-posparto las vacas recibieron una inyección subcutánea de 10 mL de Mu-Se* equivalente a 109.5 mg de selenito de sodio (50 mg de selenio) y 680 UI de acetato de α-tocoferol, los días 60 y 21 antes de la fecha probable de parto, y 30 y 90 días posparto; la dosis se determinó de acuerdo con lo recomendado por el laboratorio para vacas adultas y que ha sido validada en otros estudios;[11,12] *b*) en el Grupo preparto las vacas recibieron una sola inyección subcutánea de 10 mL de Mu-Se, 21 días antes de la fecha probable de parto; *c*) en el Grupo testigo los animales recibieron una inyección subcutánea de 10 mL de solución salina fisiológica los días –60, –21, 30 y 90.

Se realizó una revisión uterina por medio de palpación rectal el día siete posparto y se diagnosticaron las siguientes patologías de acuerdo con lo descrito por Zemjanis:[20]

a) Retención de membranas fetales (RMF), cuando las membranas fetales no fueron expulsadas en las primeras 12 h después del parto; *b*) metritis hemorrágica (MH), cuando se observó exudado uterino de color café sanguinolento, consistencia líquida y olor fétido; *c*) metritis purulenta (MP), cuando había exudado uterino purulento, consistencia viscosa y coloración de blanquecina a amarillenta; *d*) puerperio anormal (PA), todas las vacas que presentaron cualquiera de las tres alteraciones: retención placentaria, metritis hemorrágica y metritis purulenta.

Las vacas que presentaron cualquiera de estas patologías (RMF, MH, MP) recibieron como tratamiento una infusión intrauterina de 50 mL de oxitetraciclina

*Intervet Schering-Plough Animal Health,México.

Statistical analysis

The incidence of retained fetal membranes, hemorrhagic metritis, purulent metritis and abnormal puerperium was analyzed by the chi-square test. The difference in the rate of pregnant cows during the first 150 days postpartum was evaluated by survival analysis.[21]

Results

The incidence of uterine pathologies is shown in Table 1. The proportion of cows with retained fetal membranes in the control Group (20.1%) was similar ($P > 0.05$) to the prepartum Group (12.8%), while pre-postpartum Group decreased (6.5%; $P < 0.05$). The proportion of cows with abnormal puerperium was lower ($P < 0.05$) in the pre-postpartum Group (27%) than in prepartum (40.1%) and control groups (44.7%).

Pre-postpartum Group showed greater pregnancy rate than control Group ($P < 0.08$). Thus, 70% of prepospartum cow Group were pregnant at day 150 postpartum, compared with 58.9% of the control Group.

Discussion

Treatment with selenium and vitamin E at days 60 and 21 before parturition and 30 and 90 postpartum, decreased the incidence of retained fetal membranes and purulent metritis, and increased the rate of pregnant cows at day 150 postpartum.

The etiology of retained fetal membranes in the cow is multifactorial; infectious, metabolic and nutrimental factors are involved.[22] The mechanism for which the administration of selenium and vitamin E favors the expulsion of fetal membranes after parturition is not completely established. It is known that retained fetal membranes is one of the clinical manifestations when there is selenium deficiency.[23] Likewise, retained placenta is related to an imbalance among the production and neutralization of reactive oxygen species.[24,25] It has been observed that the GSHPx levels in the placentome of cows with retained fetal membranes are lower than the cows who normally eliminate the placenta.[26,27] It has also been found that selenium and vitamin E favors the elimination of placenta through the effect that they have on leukocyte activity, since selenium and vitamin E favor its function and migration.[28,29] Also, leukocytes are an important source of collagenase[21] and the activity of this enzyme is decreased in cows with retained fetal membranes.[30,31] Thus, the increase of collagenase activity favors the placenta expulsion pro-

al 5% (2.5 g de oxitetraciclina), y posteriormente se revisaron cada semana hasta la desaparición del problema.

A partir del día 50 posparto, las vacas fueron observadas por un trabajador durante todo el día, para detectar la conducta estral. La inseminación artificial se realizó casi 12 h después del inicio del estro. Se utilizó semen de toros Holstein-Fresian con alta fertilidad. El diagnóstico de gestación se realizó mediante palpación rectal entre los días 45 a 60 después del servicio.

Análisis estadístico

La incidencia de retención de membranas fetales, metritis hemorrágica, metritis purulenta y puerperio anormal se analizó por medio de una prueba de Ji-cuadrada. La diferencia en la proporción de vacas gestantes durante los primeros 150 días posparto se evaluó por análisis de sobrevivencia.[21]

Resultados

La incidencia de patologías uterinas se muestra en el Cuadro 1. La proporción de vacas con retención de membranas fetales en el Grupo testigo (20.1%) fue similar ($P > 0.05$) al Grupo preparto (12.8%), mientras que en el Grupo pre-posparto se redujo (6.5%; $P < 0.05$). La proporción de vacas con puerperio anormal fue menor ($P < 0.05$) en el Grupo pre-posparto (27%) que en los grupos preparto (40.1%) y testigo (44.7%).

El Grupo pre-posparto mostró mayor tasa de gestación que el Grupo testigo ($P < 0.08$). Así, 70% de las vacas del Grupo pre-posparto se encontraba gestante al día 150 posparto, comparado con 58.9% del Grupo testigo.

Discusión

El tratamiento con selenio y vitamina E los días 60 y 21 antes del parto y 30 y 90 posparto, redujo la incidencia de retención de membranas fetales y de metritis purulenta, y aumentó la proporción de vacas gestantes al día 150 posparto.

La etiología de la retención de membranas fetales en la vaca es multifactorial; están involucrados factores de naturaleza infecciosa, metabólica y nutrimental.[22] El mecanismo por el cual la administración de selenio y vitamina E favorece la expulsión de membranas fetales después del parto no está completamente establecido. Se sabe que la retención de membranas fetales es una de las manifestaciones clínicas cuando existe deficiencia de selenio.[23] Asimismo, la retención placentaria está relacionada con un desbalance entre

Cuadro 1

INCIDENCIA DE RETENCIÓN DE MEMBRANAS FETALES (RMF), METRITIS HEMORRÁGICA (MH), METRITIS PURULENTA (MP) Y PUERPERIO ANORMAL (PA) EN VACAS HOLSTEIN TRATADAS CON SELENIO Y VITAMINA E LOS DÍAS 21, 60 PREPARTO Y 30, 90 POSPARTO (GRUPO PRE-POSPARTO) Y 21 DÍAS PREPARTO (GRUPO PREPARTO) Y TESTIGOS

INCIDENCE OF RETAINED FETAL MEMBRANES (RFM), HEMORRHAGIC METRITIS (HM), PURULENT METRITIS (PM) AND ABNORMAL PUERPERIUM IN HOLSTEIN COWS TREATED WITH SELENIUM AND VITAMIN E ON DAYS 21, 60, PREPARTUM AND 30, 90 POSTPARTUM (PRE-POSTPARTUM GROUP) AND DAY 21 PREPARTUM (GROUP PREPARTUM) AND CONTROL

Groups	*n*	*RFM* %	*HM* %	*PM* %	*AP* %
Pre-postpartum	122	6.5[b]	8.2[a]	23.7[b]	27.0[b]
Prepartum	117	12.8[ab]	11.9[a]	33.3[ab]	40.1[a]
Control	114	20.1[a]	8.7[a]	37.7[a]	44.7[a]

Different letters in the same column indicate statistical difference ($P < 0.05$).

cess after parturition.[22]

The decrease in purulent metritis cases can be partly explained, because retained fetal membranes increase the risk of suffering this affection;32 therefore, while decreasing the incidence of such retention, lower metritis incidence would be expected. Additionally, selenium and vitamin E treatment helped to reduce purulent metritis cases through its influence on the response capacity of the uterus to infections. It is known that selenium deficiency in dairy cattle decreases resistance to infections in general,33,34 while supplementation with this antioxidant increases migration and leukocytes activity.[29]

The number of pregnant cows at day 150 postpartum was higher in the group which received four sequential injections of selenium and vitamin E than in the control Group. There is evidence showing that selenium and vitamin E supplementation on day 30 postpartum increases the conception rate in dairy cattle.[12] The favorable effect of selenium and vitamin E on fertility can occur at different levels. On the one hand, decrease of postpartum uterine pathologies has influence on uterine environmental improvement, which favors early embryo development.[35] Selenium and vitamin E injections administered on days 30 and 90 postpartum favor the rate of fertilization, since these substances increase sperm transport.[7,36] On the other hand, during the first stages of develop-

la producción y neutralización de las especies reactivas de oxígeno.[24,25] Se ha observado que los niveles de GSHPx en los placentomas de vacas con retención de membranas fetales son menores que en las vacas que eliminan normalmente la placenta.[26,27] También se ha encontrado que el selenio 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 selenio y la vitamina E favorecen su función y su migración.[28,29] Además, los leucocitos son fuente importante de colagenasa[21] y la actividad de esta enzima se encuentra reducida en vacas con retención de membranas fetales.[30,31] Así, el aumento de la actividad de la colagenasa favorecería el proceso de expulsión de la placenta después del parto.[22]

La disminución de los casos de metritis purulenta se puede explicar, en parte, debido a que la retención de membranas fetales aumenta el riesgo de padecer esta afección,[32] por lo que al disminuir la incidencia de dicha retención, se esperaría menor incidencia de metritis. Adicionalmente, el tratamiento con selenio 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. Se sabe que la deficiencia de selenio en el ganado lechero reduce la resistencia a las infecciones en general,[33,34] mientras que la complementación con este antioxidante incrementa la migración y la actividad de los leucocitos.[29]

ment, embryos are sensitive to oxidative stress.[37,39] In vitro studies have shown that embryos under oxidative stress suffer a delay in their development.[8,38] Thus, postpartum selenium and vitamin E treatment could favor embryo survival while preventing damages for excess of oxidative substances present in the uterus medium. There is evidence that a therapy similar to the one evaluated in this study, based on the administration of selenium and vitamin E before and after parturition (–21, 0, 30, 60, 120 days) in superovulated Holstein cows, increases quality and development of embryos collected on day seven after insemination.[9] Fertility results observed here contrast with the ones obtained by Paula Lopes *et al.*,[15] who did not find any effect with a treatment based on selenium and vitamin E injections 21 days before parturition, and two injections on days 30 and 80 postpartum. Possibly, the variation in results between studies is due to differences in climate conditions, oxidative stress grade[40,41] and content of selenium and vitamin E in the diet.

On the other hand, selenium is essential for thyroid function, as antioxidant in gland cells or as regulator of the production of T3, it also forms part of at least 30 proteins, therefore its effects on reproduction could be mediated by different mechanisms, many of them unknown.[42]

Results obtained in pre-postpartum Group contrast with prepartum Group, in which only one selenium and vitamin E injection 21 days before parturition did not have an effect on uterine pathology incidence and fertility. These results differ from previous studies done in the 80 and 90 decades, in which a similar treatment before parturition decreased retained placenta and metritis incidence,[10,11,43-45] and an injection on day 30 postpartum improved fertility.[12] The lack of positive effect of only one injection of selenium and vitamin E is because this dose results insufficient to cover antioxidant demands of cows included in the study, which contrasts with the positive effect when cows received two injections before and two after parturition. Oxidative metabolism is higher in high productive cows due to high metabolism energy consumption necessary for milk synthesis and secretion, as well as for their maintainance.[46] The present study was done in a herd formed by high productive cows, which received their selenium and vitamin E requirements in the diet according to NRC instructions.[19] The favorable effect with four selenium and vitamin E injections and the lack of effect with only one injection, indicates that there are differences in antioxidant requirements in the actual cows, which have higher production levels. Treatment before parturition with only one selenium and vitamin E injection has been used during the last 15 years as a routine treatment; nevertheless, the results of this study indicate that new protocols must

El número de vacas gestantes al día 150 posparto fue mayor en el grupo que recibió cuatro inyecciones secuenciales de selenio y vitamina E, que en el Grupo testigo. Existe evidencia de que la complementación con selenio y vitamina E el día 30 posparto incrementa los porcentajes de concepción en ganado lechero.[12] El efecto favorable del selenio y la vitamina E en la fertilidad puede ocurrir a diferentes niveles. Por un lado, la disminución de patologías uterinas posparto influye en el mejoramiento del ambiente uterino, lo cual favorece el desarrollo embrionario temprano.[35] Las inyecciones de selenio y vitamina E aplicadas los días 30 y 90 posparto favorecen la tasa de fertilización, ya que estas sustancias incrementan el transporte espermático;[7,36] por otro, los embriones durante las etapas tempranas de desarrollo son sensibles al estrés oxidativo.[37-39] En estudios *in vitro* se ha observado que los embriones bajo estrés oxidativo sufren un retraso en su desarrollo.[8,38] Así, el tratamiento con selenio y vitamina E posparto pudo favorecer la supervivencia embrionaria al evitar daños por exceso de sustancias oxidantes presentes en el ambiente uterino. Existe evidencia de que una terapia antioxidante similar a la evaluada en este estudio, basada en la administración de vitamina E y selenio antes y después del parto (–21, 0, 30, 60, 120 días) en vacas Holstein superovuladas, incrementa la calidad y el desarrollo de los embriones recolectados el día siete posterior a la inseminación.[9] Los resultados en fertilidad observados aquí contrastan con los obtenidos por Paula-Lopes *et al.*,[15] quienes no encontraron ningún efecto con un tratamiento basado en inyección de selenio y vitamina E, 21 días antes del parto, y dos inyecciones los días 30 y 80 posparto. Posiblemente la variación en los resultados entre estudios obedece a diferencias en las condiciones del clima, el grado de estrés oxidativo,[40,41] y el contenido de selenio y vitamina E en la dieta.

Por otra parte, el selenio es esencial para la función de la tiroides, como antioxidante en las células de la glándula o como regulador de la producción de la T3, además forma parte de al menos 30 proteínas, por lo cual sus efectos en la reproducción podrían ser mediados por diferentes mecanismos, muchos de ellos desconocidos.[42]

Los resultados obtenidos en el Grupo pre-posparto contrastan con los obtenidos en el Grupo preparto, en el cual una sola inyección de selenio y vitamina E 21 días antes del parto no tuvo efecto en la incidencia de patologías uterinas ni en la fertilidad. Estos resultados difieren de estudios previos realizados en las décadas de 1980 y 1990, en los que un tratamiento similar antes del parto redujo la incidencia de retención placentaria y metritis,[10,11,43-45] y una inyección el día 30 posparto mejoró la fertilidad.[12] La falta del efecto positivo de una sola inyección de selenio y vita-

be researched for its parental administration.

The results of this study allow to conclude that selenium and vitamin E administration, on days 60 and 21 before parturition and 30 and 90 postpartum, decreases uterine pathologies incidence and improves the rate of pregnancy at day 150 postpartum in Holstein cows.

Acknowledgements

Authors thank the owner of Loma Linda Ranch (Queretaro, Mexico) for his support and to Intervet Schering-Plough Animal Health for its Mu-Se donation.

Referencias

1. LOPACZYNSKI W, ZEISEL SH. Antioxidants, programmed cell death, and cancer. Nutr Res 2001;21:295-307.
2. BERRY EM, KOHEN R. Is the biological antioxidant system integrated and regulated? Med Hypotheses 1999;53:397-401.
3. BURK RF, HILL KE. Regulation of selenoproteins. Annu Rev Nutr 1993;13:65-81.
4. MACPHERSON A. Selenium, vitamin E and biological oxidation. In: GARNSOWORTHY PC, COLE DJA, editors. Recent Advances in Animal Nutrition. Nottingham UK: Nottingham University Press, 1994:3-30.
5. WANG X, QUINN PJ. The location and function of vitamin E in membranes (review). Mol Membr Biol 2000; 17:143-156.
6. YOUNG FM, LUDERER WB, RODGER RJ. The antioxidant β-carotene prevents covalent cross-linking between cholesterol side-chain cleavage cytochrome P450 and its electron donor, adrenodoxin, in bovine luteal cells. Mol Cell Endocrinol 1995;109:113-118.
7. SEGERSON EC JR, MURRAY FA, MOXON AL, REDMAN DR, CONRAD HR. Selenium/vitamin E: role in fertilization of bovine ova. J Dairy Sci 1977; 60:1001-1005.
8. FUJITANI Y, KASAI K, OHTANI S, NISHIMURA K, YAMADA M, UTSUMI K. Effect of oxygen concentration and free radicals on in vitro development of in vitro produced bovine embryos. J Anim Sci 1997; 75:483.
9. MARTÍN CASTAÑEDA G. Efecto de la aplicación subcutánea de vitamina E y selenio en vacas Holstein superovuladas sobre el desarrollo y la calidad de los embriones recolectados vía transcervical (tesis de maestría). Zacatecas (Zacatecas) México: Universidad Autónoma de Zacatecas, 2005.
10. HARRISON JH, HANCOCK DD, CONRAD HR. Vitamin E and selenium for reproduction of the dairy cow. J Dairy Sci 1984; 67:123-132.
11. ARECHIGA CF, ORTIZ O, HANSEN PJ. Effect of prepartum injection of vitamin E and selenium on postpartum reproductive function of dairy cattle. Theriogenology 1994; 41:1251-1258.
12. ARECHIGA CF, VAZQUEZ-FLORES S, ORTIZ O, HERNANDEZ CJ, PORRAS A, MCDOWELL LR *et al.* Effect or injection of β-carotene or vitamin E and selenium on fertility of lactating dairy cows. Theriogenology 1998; 50:65-76.
13. SCHINGOETHE DJ, KIRKBRIDE CA, PALMER IS, OWENS MJ, TUCKER L. Response of cows consuming adequate selenium to vitamin E and selenium supplementation prepartum. J Dairy Sci 1982; 65:2338-2344
14. ISHAK MA, LARSON LL, OWEN FG, LOWRY WR, ERICKSON ED. Effects of selenium, vitamins, and ration fibre on placental retention and performance of dairy cattle. J Dairy Sci 1983; 66:99-106
15. PAULA-LOPES FF, AL-KATANANI YM, MAJEWSKI AC, MCDOWELL LR, HANSEN PJ. Manipulation of antioxidant status fails to improve fertility of lactating cows or survival of heat-shocked embryos. J. Dairy Sci 86:2343–2351
16. ALLISON RD, LAVEN RA. Effect of vitamin E supplementation on the health and fertility of dairy cows: a review. Vet Rec 2000; 147:703-708.
17. ROSILES MR, AGUILAR AMA, RAMÍREZ LJ. Deficiencia de selenio en un hato de bovinos que sufren del

mina E se debe a que esta dosis resulta insuficiente para cubrir las demandas de antioxidantes de las vacas incluidas en el estudio, lo cual contrasta con el efecto positivo cuando las vacas recibieron dos inyecciones antes y dos después del parto. El metabolismo oxidativo es mayor en las vacas altas productoras debido al elevado consumo de energía metabolizable necesario para la síntesis y secreción de la leche, así como para su mantenimiento.[46] El presente estudio se realizó en un hato integrado por vacas altas productoras, las cuales recibieron sus requerimientos de selenio y vitamina E en la dieta de acuerdo con lo señalado por el NRC.[19] El efecto favorable con cuatro inyecciones de selenio y vitamina E y la falta de efecto con una sola inyección, indica que hay diferencias en las necesidades de antioxidantes de las vacas actuales, que tienen mayores niveles de producción. El tratamiento antes del parto con una sola inyección de selenio y vitamina E se ha utilizado en los últimos 15 años como tratamiento de rutina; sin embargo, los resultados de este estudio indican que se deben investigar nuevos protocolos para su administración parenteral.

Los resultados de este estudio permiten concluir que la administración de selenio y vitamina E, los días 60 y 21 antes del parto y 30 y 90 posparto, reduce la incidencia de patologías uterinas y mejora la tasa de gestación al día 150 posparto en vacas Holstein.

Agradecimientos

Los autores agradecen al propietario del Rancho Loma Linda (Querétaro, México) su apoyo, y a Intervet Schering-Plough Animal Health, la donación del Mu-Se.

síndrome de mal de altura de Ixtlahuaca, Estado de México. Vet Méx 1997; 28:55-57.
18. GARCÍA E. Modificación al sistema de clasificación climática de Köpen. 4ª ed. México DF: Instituto de Geografía-UNAM, 1987.
19. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of dairy cattle. Washington DC: National Academy Press, 2001.
20. ZEMJANIS R. Reproducción animal: diagnóstico y técnicas terapéuticas. México DF: Ed. Limusa, 1975.
21. STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. In: SAS/STATTM user's guide. Release 6.03. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1988.
22. EILER H. Retained placenta. In: YOUNGQUIST RS, editor. Current Therapy in Large Animal Theriogenology. Philadelphia USA: WB Saunders Company, 1997:340-348.
23. JULIEN WE, CONRAD HR. Selenium and vitamin E and incidence of retained placenta in parturient dairy cows. J Dairy Sci 1976; 59:1954-1959.
24. MILLER JK, BRZEZINSKA-SLEBODZINSKA E, MADSEN FC. Oxidative stress, antioxidants, and animal function. J Dairy Sci 1993; 76:2812-2823.
25. KANKOFER M. Non-enzymatic antioxidative defense mechanisms against reactive oxygen species in bovine-retained and not-retained placenta: vitamin C and glutatione. Reprod Dom Anim 2001; 36:203-206.
26. KANKOFER M. Antioxidative defense mechanisms in bovine placenta and their importance for placental release. Reprod Dom Anim 2000; 35:229-233.
27. BRZEZIÑSKA-SLEBODZINSKA E, MILLER JK, QUIGLEY JD, MOORE JR. Antioxidant status of dairy cows supplemented prepartum with vitamin E and selenium. J Dairy Sci 1994; 77:3087-3095.
28. EICHER SD, MORRILL JL, BLECHA F. Vitamin concentration and function of leukocytes from dairy calves supplemented with vitamin A, vitamin E, and β-carotene *in vitro*. J Dairy Sci 1994; 77:560-565.
29. NDIWENI N, FINCH JM. Effects of *in vitro* supplementation with α-tocopherol and selenium on bovine neutrophil functions: implications for resistance to mastitis. Vet Immunol Immunopathol 1996; 51:67-78.
30. HEUWIESER W, GRUNERT E. Significance of chemotactic activity for placental expulsion in cattle. Theriogenology 1987; 27:907-912.
31. GILBERT RO, GRÖHN YT, GUARD CL, SURMAN V. Impaired post-partum neutrophil function in cows which retain fetal membranes. Res Vet 1993; 55:15-19.
32. GRÖHN YT, ERB HN, MCCULLOCH CE, SALONI-EMI HS. Epidemiology of reproductive disorders in dairy cattle: associations among host characteristics, disease and production. Prev Vet Med 1990; 8:25-39.
33. POLITIS I, HIDIROGLOU M, BATRA TR, GILMORE JA, GOREWIT RC, SCHERF H. Effects of vitamin E on immune function of dairy cows. Am J Vet Res 1995; 56:179-184.
34. NOCKELS C. Antioxidants improve cattle immunity following stress. Anim Feed Sci Technol 1996; 62:59-68.
35. ZAVY MT. Embryonic mortality in cattle. In: ZAVY MT, GEISERT RD, editors. Embryonic mortality in domestic species. Boca Raton Florida: CRC Press, 1994:99-140.
36. SEGERSON EC, LIBBY DW. Ova fertilization and sperm number per fertilized ovum for selenium and vitamin E-treated Charolais cattle. Theriogenology 1982; 17:333-341.
37. GARDINER CS, REED DJ. Status of glutathione during oxidative stress in the preimplantation mouse embryo. Biol Reprod 1994; 51:1307-1314.
38. ARECHIGA CF, EALY AD, HANSEN PJ. Evidence that glutathione is involved in thermotolerance of preimplantation mouse embryos. Biol Reprod 1995; 52:1296-1301.
39. ARECHIGA CF, HANSEN PJ. Response of preimplantation murine embryos to heat shock as modified by developmental stage and glutathione status. In Vitr Cell Dev Anim 1998; 34:655-659.
40. ARECHIGA CF, STAPLES CR, MCDOWELL LR, HANSEN PJ. Effects of timed insemination and supplemental β-carotene on reproduction and milk yield of dairy cows under heat stress. J Dairy Sci 1998; 81:390-402.
41. HANSEN PJ, ARECHIGA CF. Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow. J Anim Sci 77/J Dairy Sci 88 1999; Suppl 2:36-50.
42. BECKETT GJ, ARTHUR JR. Selenium and endocrine systems. J Endocrinol 2005; 184:455-465.
43. EGER S, DRORI D, KADOORI I, MILLER N, SCHINDLER H. Effects of selenium and vitamin E on incidence of retained placenta. J Dairy Sci 1985; 68:2119-2122.
44. JASKOWSKI JM. The effect of antepartum doses of selenium-vitamin E combinations on the incidence of puerperal disorders in cattle. Tierarztl Prax 1993; 21:111-116.
45. ERSKINE RJ, BARLETT PC, HERDT TT, GASTON P. Effects of parenteral administration of vitamin E on health of periparturient dairy cows. J Am Vet Med Assoc 1997; 211:466-469.
46. LOHRKE B, VIERGUTZ T, KANITZ W, BECKER F, GOLLNITZ K, HURTIENNE A *et al.* Relationship between oxidant stress and milk productivity in dairy cows. Berl Munch Tierarztl Wochenschr 2005; 118:265-269.