



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

EVALUACIÓN DE COBRE (Cu) MANGANESO (Mn) Y ZINC (Zn) SÉRICOS EN VACAS HOLSTEIN ESTABULADAS Y SU RELACIÓN CON ALGUNOS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS.

Tesis presentada ante la
División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Para la obtención del título de
Médico Veterinario Zootecnista

PRESENTADA POR:
JESÚS ALFONSO RODRÍGUEZ GERARDO

ASESORES:

Alfredo Kurt Spross Suárez (t)

Teodomiro Romero Andrade

Edgardo Canizal Jiménez

México, D. F., 2005



m.339738



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas
y a su personal en formato electrónico e impreso
el contenido de mi trabajo respectivo

NOMBRE: JESUS ALFONSO RODRIGUEZ GERARDO

FECHA: 06-01-08

[Firma]

Tesis presentada ante la
División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

EVALUACIÓN DE COBRE (Cu) MANGANESO (Mn)
Y ZINC (Zn) SÉRICOS EN VACAS HOLSTEIN
ESTABULADAS Y SU RELACIÓN CON ALGUNOS
PARÁMETROS REPRODUCTIVOS.

de la
Universidad Nacional Autónoma de México

Para la obtención del título de
Médico Veterinario Zootecnista

PRESENTADA POR:
JESÚS ALFONSO RODRÍGUEZ GERARDO

ASESORES
Alfredo Kurt Spross Suárez (†)
Teodomiro Romero Andrade
Edgardo Canizal Jiménez

México D.F., 2004

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Manuel Rodríguez G (†)
Angellina Gerardo A

Quienes con sus consejos , cariño, apoyo y confianza me orientaron para alcanzar esta meta, muchas gracias.

A MIS HERMANOS

Juan
Fermín
Ángel
Andrés
Jacinto
Rafael
Rosa
Luz
Melida

Por su apoyo y cariño demostrado.

A MI AMIGO MVZ ALFREDO KURT S. (†)

Ya no estás presente, pero en mí quedo tu amistad, tus consejos y tus palabras de aliento.

Esta tesis esta dedicada en Memoria a mi amigo MVZ ALFREDO KURT S. (†)

AGRADECIMIENTOS

**A MIS ASESORES : MVZ's Alfredo Kurt Spross (†)
Teodomiro Romero Andrade
Edgardo Canizal Jiménez**

Por su ayuda y amistad brindada

**A MARY GONZÁLEZ P(†)
Por todo el apoyo y consejos que me brindo**

**A MIS AMIGOS:
Carlos, César, Guadalupe, Luis, Guillermo, Javier, Daniel,
María Elena, Francisco, Teodomiro, Lucas, Edgardo, Lety
Alfredo, Eduardo, Sandra, Pablo, Paulina, Lulú, Lee, Hugo, Silvia
Ramón, Natalia, Mariana, Jesús, José, Gerardo, Gaspar...
y todos aquellos que por ahora no vienen a mi mente.
Gracias por su amistad**

A MI HONORABLE JURADO:

**MVZ Javier Valencia
MVZ Carlos Gallna
MVZ Lucas Melgarejo
MVZ Salvador Ávila
MVZ Alfredo Kurt (†)**

**A MIS MAESTROS :
Por sus vallosos consejos para mi formación profesional**

**A MI FACULTAD:
Por la enseñanza adquirida**

CONTENIDO

	Página
Resumen.....	1
Introducción.....	2
Material y Métodos.....	4
Resultados.....	6
Discusión.....	7
Literatura Citada.....	9
Cuadros 1 y 2.....	13
Cuadros 3 y 4.....	14

EVALUACIÓN DE COBRE (Cu), MANGANESO (Mn) Y ZINC (Zn) SÉRICOS EN VACAS HOLSTEIN ESTABULADAS Y SU RELACIÓN CON ALGUNOS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS. (bajo la dirección de: Alfredo Kurt Spross, Teodomiro Romero Andrade y Edgardo Canizal Jiménez)

RESUMEN

Se utilizaron hembras Holstein Friesian de primer, segundo, tercero y cuarto parto, con las cuales se formaron 4 grupos de 24 hembras cada uno. Los lotes tuvieron las mismas condiciones de manejo, medio ambiente y sanidad. La alimentación fue a base de concentrado elaborado por el rancho, sales minerales comerciales y forraje verde que lo conformó Rye grass y alfalfa. En estos grupos se tomaron muestras de suero los días 10, 20, 30 y 40 del posparto. Los análisis de los minerales (Cu, Mn y Zn) se efectuaron según la técnica de espectrofotometría de absorción atómica. Los resultados obtenidos de cobre en suero en los distintos números de parto son muy homogéneos, a diferencia del zinc en suero que presenta en el primer parto la cantidad más baja en comparación con el resto de los partos en donde se va incrementando el nivel de zinc en plasma siendo el más alto el del tercer parto. En cuanto a el número de parto y días de toma de muestra sobre los niveles de Cobre (Cu). Aquí se observa una tendencia a incrementarse los niveles en plasma conforme avanzan los días de toma de muestra en el primer parto; en el segundo parto se observa que el primer día de toma de muestra (día 10) tiene un nivel alto pero al segundo día de toma de muestra (día 20) disminuye, comportándose de la misma manera los días 30 y 40. En el tercer parto se observó que el día 10 tiene un nivel alto, así como el día 40, pero los días 20 y 30 disminuyen. En el cuarto parto tiende a aumentar desde el día 10 siendo más altos los días 20, 30 y 40. En el número de parto y días de toma de muestra sobre los niveles de zinc en plasma, se observa en el primer parto que el día 10 tiene un mayor nivel de zinc a comparación con el día 20 en donde disminuye, incrementándose nuevamente el día 30 y disminuyendo el día 40. En el segundo parto se observa que en el día 10 y 40 se tuvieron los niveles más altos en comparación con los días 20 y 30. En el tercer parto se encontraron los niveles más bajos en los días 10 y 40, a diferencia de los días 20 y 30 que fueron los más altos. En el cuarto parto se muestra la tendencia semejante al segundo parto. Otro elemento importante el manganeso no se detectó en suero por lo que no se pudo estudiar su influencia en los parámetros reproductivos. En el caso de los niveles bajo y normal de los niveles de minerales (Cu y Zn) no se determinó su efecto debido a que todas las muestras se encontraron dentro de lo recomendado por el NRC. En cuanto a los parámetros reproductivos no se presentó evidencia de la asociación de los niveles de minerales de cobre y zinc con el desempeño reproductivo.

INTRODUCCION

Uno de los grandes problemas del ganado lechero es la presentación de estros silenciosos o de fallas en la fertilidad, por esta razón un gran número de productores implementa diversos tratamientos para mejorar la fertilidad de las vacas (2). Muchos estudios mencionan que la nutrición inadecuada de las vacas durante la época de secado en donde disminuye el consumo de materia seca y por lo tanto de nutrimentos como proteína, energía, macrominerales y microminerales, afecta la fertilidad (3), (4,5,6)

Las deficiencias de minerales traza principalmente selenio, cobre y zinc, pueden causar problemas en el desempeño reproductivo. El diagnóstico de estas deficiencias puede ser confirmado a través del análisis de la sangre o de tejidos (7) sin embargo, el papel específico de los nutrimentos en los tejidos reproductivos no está bien definido en el ganado lechero, y las necesidades de nutrimentos para una óptima eficiencia reproductiva en ganado lechero requiere de una cuidadosa reevaluación (8).

Lucy et ál. (9) demostraron que los animales que consumen 21.5 kg/día de materia seca tienen una ovulación más temprana que aquellos que consumen 20.3 y 19.9 kg/día, por lo tanto animales que consumen, más alimento energético ovularán más temprano, alrededor de los días 15 a 21 después del parto. Diversas investigaciones han demostrado el efecto de la nutrición sobre el reinicio de la actividad ovárica posparto, ya que después del parto las vacas lecheras se encuentran en un balance energético (9,10). Aun, cuando los animales estén recibiendo durante este periodo crítico un aporte óptimo de proteína y energía, la deficiencia en minerales como el cobre, el manganeso y el zinc pueden afectar la reproducción. (11).

La deficiencia de cobre en rumiantes, puede ser primaria, cuando la ingesta de este elemento es inadecuada o secundaria, cuando interfieren otros factores de la dieta resultado de una utilización, absorción o metabolismo anormal del cobre (12). El Consejo Nacional de Investigación (NRC) de Estados Unidos de Norteamérica indica un valor normal de cobre sérico en vacas varía entre 0.7 a 1.7 (13).

Un trabajo en la Universidad de Louisiana mostró que las vacas lecheras con niveles séricos más altos de cobre presentan una reducción en los siguientes parámetros: Días al primer servicio (56 vs 70); servicios por concepción (1.1 vs 4.4) y días para la concepción (58 vs 183), que aquellas tuvieron niveles normales del elemento (17). En la deficiencia de cobre, los estros son silenciosos y/o se retrasa la presentación del estro, incrementándose los días abiertos y por lo tanto las tasas de concepción son bajas (13,18,19).

El NRC considera una concentración normal en suero de 2.5 ppm de manganeso (13). La deficiencia de manganeso retrasa la presentación de la concepción (11,13,19,20). Este mineral es pobremente aprovechado de la dieta con una absorción de tan solo 14 a 18 % del total ingerido. La disminución en la absorción del manganeso ocurre cuando hay niveles elevados de calcio, fósforo, potasio ó hierro en la dieta.(5,17,20)

Según el NRC la concentración normal de zinc en el suero del bovino varía de 0.8 a 1.2 ppm (13). Serrano (16) menciona que las concentraciones séricas de zinc en vaquillas durante el ciclo estral, varía de 0.13 a 1.4 ppm ; La deficiencia de zinc (Zn) disminuye la fertilidad y causa anomalías en la conducta estral (17), ya que altera la síntesis de prostaglandinas que afecta la función lútea (5). Cuando no se proporcionan los niveles adecuados de zinc la fertilidad se encuentra comprometida.

En la práctica, es difícil establecer el origen nutricional de un problema reproductivo, ya que es raro encontrar la deficiencia o exceso de un solo elemento mineral.

OBJETIVO

Evaluar los niveles séricos de los minerales cobre, manganeso y zinc en vacas Holstein en el posparto y su relación con el número de partos, días a primer estro, días a primer servicio, número de servicios por concepción, días de servicio efectivo a gestación y porcentaje de concepción a primer servicio.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Rancho Santa Mónica que se ubica en Texcoco, Estado de México. La clasificación climática corresponde al tipo C(Wo)(w)b(i)g correspondiente al clima templado seco según Koppen (24).

Se conformaron 4 grupos de 24 hembras cada uno de la raza Holstein Friesian de primer, segundo, tercero y cuarto parto. Los lotes tuvieron las mismas condiciones de manejo, medio ambiente y sanidad. La alimentación fue a base de concentrado elaborado por el rancho, sales minerales comerciales y forraje verde que lo conformó Rye grass y alfalfa.

De los animales se extrajeron 10 mL de sangre de la vena yugular los días 10, 20, 30 y 40 del posparto utilizando agujas y tubos vacutainer. Posteriormente la sangre se dejó durante 2 horas a temperatura ambiente y a continuación se centrifugaron a 3,500 r.p.m. durante 10 minutos para obtener el suero para la determinación de minerales. Los análisis de los minerales (Cu, Mn y Zn) se efectuaron en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, según la técnica de espectrofotometría de absorción atómica (25).

La detección del celo se realizó observando la monta entre vacas, dos veces al día, desde las 6:00 a 11:00 h y 18:00 a 20:00 h, y se anotó el tiempo en que las hembras presentaron dicho comportamiento; así como los días a primer servicio y de gestación.

Con los datos obtenidos se realizó un análisis estadístico, mediante el diseño de bloques completos (26), para determinar el efecto del número de partos (1, 2, 3 y 4) y los días de la toma de muestra de sangre (10, 20, 30 y 40) sobre los niveles de minerales (Cu, Mn y Zn) con el siguiente modelo:

$$X_{ijk} = \mu + T_i + P_j + (TP)_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

μ = Media general

T_i = Días de toma de muestra de sangre

P_j = Número de partos

$(TP)_{ij}$ = Interacción

e_{ijk} = Error aleatorio

Posteriormente se efectuó una clasificación de niveles de minerales (bajo y normal) para determinar su efecto en los parámetros reproductivos (días a primer estro, días a primer servicio, número de servicios por concepción, días de servicio efectivo a gestación (días abiertos) y porcentaje de concepción a primer servicio), mediante un diseño de parcelas divididas (26), con el siguiente modelo:

$$X_{ijk} = \mu + P_i + T_j + M_k + E_{|jkl}$$

Donde:

μ = Media general

P_i = Número de partos

T_j = Días de toma de muestra de sangre

M_k = Niveles de minerales

E_{ijkl} = Error aleatorio

RESULTADOS

En el cuadro 1 se presentan los promedios generales de cobre y zinc en el suero de animales con distintos números de parto. Se observa que los valores de cobre son muy homogéneos. El valor del zinc incrementa progresivamente con el número de parto. Sin embargo, no hubo una diferencia significativa ($P>0.05$).

En el cuadro 2 se muestra el número de parto y días de toma de muestra sobre los niveles de cobre. Se observó una tendencia a incrementarse los niveles en plasma conforme avanzan los días de toma de muestra en el primer parto, en el segundo parto se observa que el primer día de toma de muestra (día 10) tiene un nivel alto pero al segundo día de toma de muestra (día 20) disminuye, comportándose de la misma manera los días 30 y 40. En el tercer parto se observó que el día 10 tiene un nivel alto, así como el día 40, pero los días 20 y 30 disminuyen. En el cuarto parto se observó una tendencia a aumentar desde el día 10 teniendo los niveles más altos los días 20, 30 y 40, no presentando una diferencia significativa ($P>0.05$).

El cuadro 3 describe el número de parto y días de toma de muestra sobre los niveles de zinc en plasma. Se observa en el primer parto que el día 10 tiene un mayor nivel de zinc a comparación con el día 20 en donde disminuye, incrementándose nuevamente el día 30 y disminuyendo el día 40. En el segundo parto se observa que el día 10 y 40 son los niveles más altos a diferencia del día 20 y 30. El tercer parto muestra que los niveles más

T_j = Días de toma de muestra de sangre

M_k = Niveles de minerales

E_{ijkl} = Error aleatorio

RESULTADOS

En el cuadro 1 se presentan los promedios generales de cobre y zinc en el suero de animales con distintos números de parto. Se observa que los valores de cobre son muy homogéneos. El valor del zinc incrementa progresivamente con el número de parto. Sin embargo, no hubo una diferencia significativa ($P>0.05$).

En el cuadro 2 se muestra el número de parto y días de toma de muestra sobre los niveles de cobre. Se observó una tendencia a incrementarse los niveles en plasma conforme avanzan los días de toma de muestra en el primer parto, en el segundo parto se observa que el primer día de toma de muestra (día 10) tiene un nivel alto pero al segundo día de toma de muestra (día 20) disminuye, comportándose de la misma manera los días 30 y 40. En el tercer parto se observó que el día 10 tiene un nivel alto, así como el día 40, pero los días 20 y 30 disminuyen. En el cuarto parto se observó una tendencia a aumentar desde el día 10 teniendo los niveles más altos los días 20, 30 y 40, no presentando una diferencia significativa ($P>0.05$).

El cuadro 3 describe el número de parto y días de toma de muestra sobre los niveles de zinc en plasma. Se observa en el primer parto que el día 10 tiene un mayor nivel de zinc a comparación con el día 20 en donde disminuye, incrementándose nuevamente el día 30 y disminuyendo el día 40. En el segundo parto se observa que el día 10 y 40 son los niveles más altos a diferencia del día 20 y 30. El tercer parto muestra que los niveles más

bajos son los días 10 y 40, a diferencia de los días 20 y 30 que fueron los más altos. En el cuarto parto se muestra la tendencia semejante al segundo parto, no hay diferencia estadísticamente significativa ($P>0.05$) entre número de parto y días de toma de muestra.

El manganeso no se detecto en suero por lo que no se pudo estudiar su influencia en los parámetros reproductivos.

No se pudo determinar el efecto de los niveles de Cu y Zn debido a que los valores se encontraron dentro de los niveles mencionados por la literatura como normales (0.7 – 1.7 $\mu\text{g/ml}$ en Cu y en Zn 0.8 – 1.2 $\mu\text{g/ml}$).

No se encontró evidencia de la asociación de los niveles de minerales de Cobre y Zinc con el desempeño reproductivo. Por lo que sólo se indica la estadística descriptiva de días a primer estro, días a primer servicio, porcentaje de concepción a primer servicio, número de servicios por concepción y días de servicio efectivo a gestación (Cuadro 4).

DISCUSIÓN

El valor promedio de cobre sérico en vacas Holstein, obtenido en la presente investigación coincide con los valores indicados por el NRC (13) pero son más elevados que los mencionados por Serrano (16) y menores a los descritos por Xin et. Al (15) y Kappel et. Al (14); sin embargo, al parecer el cobre no fué influenciado por el número de parto en este trabajo. Tampoco fueron influenciados por el día de toma de muestra ($P>0.05$) .

Los datos de los parámetros reproductivos fueron muy similares a los reportados por Rivera et. al (22).

No se detectó el manganeso sérico y por tal motivo no fue posible interpretar sus valores.

En los niveles de cobre en suero sanguíneo al día de presentación de días a 1er estro en el primer parto que es de 44.33 y lo relacionamos con los niveles del mineral es el más alto que presenta en el día de la toma con 1.122 $\mu\text{g/ml}$ y en el zinc se obtiene 0.789 $\mu\text{g/ml}$ lo que nos indica que los niveles de estos minerales estan dentro de lo recomendado por el NRC.

En el segundo parto se observo que los niveles al día 40 son 0.978 $\mu\text{g/ml}$ de cobre y de zinc de 0.879 $\mu\text{g/ml}$ y presento 38.95 días a primer estro por lo que no se presento variación de ninguno de los dos niveles que nos indicara una deficiencia o un exceso que pueda alterar el desempeño reproductivo. En el tercer parto se tiene 1.013 $\mu\text{g/ml}$ de cobre y de zinc de 0.859 $\mu\text{g/ml}$ y de días a primer estro es de 41.79. Pero si comparamos los niveles de cobre entre el primer parto con el segundo y tercero se ve una disminución del mineral en el segundo parto. En el zinc se ve que en el primer parto se tiene el nivel más bajo al día 40 con respecto al segundo y tercer parto.

En el caso de días a primer servicio Corah (17) obtiene 56 días con los niveles más altos de cobre siendo muy similar a los obtenido en el presente trabajo en el primer parto con 58.37, al segundo parto con 51 días, y el tercero con 67.77 días, el cuarto 76.66 fueron muy semejantes a lo obtenido en el grupo de los niveles normales.

En días a concepción fueron más altos en este trabajo como se ve en el primer parto se tuvo 74.12 días, segundo parto fue de 93.07 días, tercer parto fue de 75.87 y cuarto parto fue de 97.05 días en comparación con los obtenido con los niveles más altos de cobre de Corah que tuvo 58 días y menores a los que tuvieron niveles normales.

En servicios a concepción en el primer parto de 1.68, segundo parto de 1.85, tercer parto de 1.62 y cuarto parto de 1.33, siendo mayores a los reportado por Corah de 1.1.

La literatura menciona que uno de los minerales que es antagonista con el cobre es el zinc y que depende de la concentración la mezcla con otros minerales como cobalto que en combinación con cobre al haber una deficiencia provoca una anemia y alteraciones reproductivos. También sucede con un exceso de molibdeno. Por esta razón se tendría que estudiar a el cobre y zinc relacionados con otros minerales que pueden tener una influencia en el desempeño reproductivo.

LITERATURA CITADA

1. Galina HC. Reproducción de animales domésticos. México: Limusa, 1988.
2. Canizal JE. Efecto de tres tratamientos con la hormona liberadora de gonádotropinas (GnRH) y prostaglandina sintética en los días 12 y 14 del postparto sobre la eficiencia reproductiva en vacas Holstein Friesian (tesis de maestría). México, D.F., México : Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1995.
3. Foldmán YM, Rosemberg Z, Herz M, Davidson M. The relationship between plasma progesterone concentration and conception in postpartum dairy cows maintained and two levels of nutrition. J Repod Fert 1973; 34: 207-215.
4. Agricultural Research Council. The nutrient requirements of ruminant livestock. England: Commonwealth Agricultural Bureau, 1984.
5. National Research Council. Nutrient requirements of Dairy cattle. 7th rev.ed. Washington (DC): National Academy Press, 2001.
6. Underwood EJ. Los minerales en la nutrición del ganado. 2a ed. Zaragoza, España: Acribia, 1983.

La literatura menciona que uno de los minerales que es antagonista con el cobre es el zinc y que depende de la concentración la mezcla con otros minerales como cobalto que en combinación con cobre al haber una deficiencia provoca una anemia y alteraciones reproductivos. También sucede con un exceso de molibdeno. Por esta razón se tendría que estudiar a el cobre y zinc relacionados con otros minerales que pueden tener una influencia en el desempeño reproductivo.

LITERATURA CITADA

1. Galina HC. Reproducción de animales domésticos. México: Limusa, 1988.
2. Canizal JE. Efecto de tres tratamientos con la hormona liberadora de gonádotropinas (GnRH) y prostaglandina sintética en los días 12 y 14 del postparto sobre la eficiencia reproductiva en vacas Holstein Friesian (tesis de maestría). México, D.F., México : Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1995.
3. Foldmán YM, Rosemberg Z, Herz M, Davidson M. The relationship between plasma progesterone concentration and conception in postpartum dairy cows maintained and two levels of nutrition. J Repod Fert 1973; 34: 207-215.
4. Agricultural Research Council. The nutrient requirements of ruminant livestock. England: Commonwealth Agricultural Bureau, 1984.
5. National Research Council. Nutrient requirements of Dairy cattle. 7th rev.ed. Washington (DC): National Academy Press, 2001.
6. Underwood EJ. Los minerales en la nutrición del ganado. 2a ed. Zaragoza, España: Acribia, 1983.

7. Mass J. Relationship between nutrition and reproduction in beef cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 1987; 3: 663-646.
8. Huxley WL, Doane RM. Recent developments in the roles of vitamins and minerals in reproduction. *J Dairy Sci* 1989; 72: 784-804.
9. Lucy MC, Staples CR, Thatcher WW, Erickson PS, Cleale RM, Firskins JL, Clark JM, Murphy MR, Brodie BO. Influence of diet composition, dry-matter intake, milk production and energy balance on time of post-partum ovulation and fertility in dairy cows. *Anim Prod* 1992; 54: 323-331.
10. Staples CR, Thatcher WW, Clark JH. Relationship between ovarian activity and energy status during the early postpartum period of high producing dairy cows. *J Dairy Sci* 1990; 73: 938-947..
11. Ammerman CB, Henry PR. Suplementación mineral para bovinos en pastoreo. *Memorias del Seminario Internacional de la Suplementación para Bovinos en pastoreo; 1987 septiembre 11; Estado de México, México (DF): Colegio de Posgraduados, Instituto de Enseñanza a Investigación en Ciencias Agrícolas, 1987: 57-70.*
12. Gengelbach GA, Ward JD, Spears JW. Effect of dietary copper, iron and molybdenum on growth and copper status of beef cows and calves. *J Anim Sci* 1994, 72: 2722-2727.
13. National Research Council. The nutrient requirements of dairy cattle. 6 th. rev. ed. Washington (DC): National Academy Press, 1989.
14. Kappel LC, Ingraham RH, Morgan EB, Babcock DK. Plasma copper concentration and packed cell volume and their relationships to fertility and milk production in Holstein cows. *Am J Vet Res* 1984; 45: 346-350

15. Xin Z, Waterman DF, Hemken RW, Harmon RJ. Copper status and requirement during the dry period and early lactation in multiparous Holstein cows. *J Dairy Sci* 1993; 76: 2711-2716.
16. Serrano EO. Evaluación del contenido mineral en las fases del ciclo estral en vaquillas bajo sistema de confinamiento, (tesis de licenciatura), México, D.F. México; Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1988.
17. Corah LR, Ives S. The effects of essential trace minerals on reproduction in beef cattle. *Veterinary clinics of North America: Food anim pract* 1991; 7: 4157.
18. Ingraham RH, Kappel LC, Morgan EB, Srikandakumar A. Correction of subnormal fertility with copper and magnesium supplementation. *J Dairy Sci* 1987; 70: 167-180.
19. Buxade CC. Zootecnia bases de producción animal. Tomo II (Principios de reproducción y alimentación). España: Mundi-Prensa, 1995.
20. Pond WG, Church DC, Pond KR. Basic animal nutrition and feeding. 4th ed. New York: John Wiley & Sons, 1995.
21. Jordan ER, Chapman TE, Holtan DW, Swanson LV. Relationship of dietary crude protein to composition of uterine secretion and blood in high-producing postpartum dairy cows. *J Dairy Sci* 1983; 66: 1854-1862.
22. Rivera RIA. Análisis de la información publicada sobre la eficiencia reproductiva de ganado bovino en el Altiplano de México. (tesis Licenciatura), México, D.F., México; Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1988.

23. Morales RS, Hernández CJ, Rodríguez TG, Peña FR. Comparación del porcentaje de concepción y la función lútea en vacas de primer servicio, vacas repetidoras y vaquillas Holstein. *Vet Méx* 2000; 31: 179-184.
24. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ed. México, D.F., México: Instituto de Geografía. UNAM, 1981.
25. Perkin Elmer. Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. USA: Perkin Elmer, 1976.
26. Steel RGD, Torrie JH. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. 2nd ed. Singapore: McGraw-Hill, 1984.

Cuadro 1

Promedio de los niveles de minerales (Cu y Zn) en suero sanguíneo de vacas Holstein y su relación con el número de parto.

Número de Parto	Niveles de Cobre en suero ($\mu\text{g/ml}$)*	Niveles de Zinc en suero ($\mu\text{g/ml}$)*
Primer	1.02 \pm 0.39	0.819 \pm 0.191
Segundo	1.00 \pm 0.29	0.865 \pm 0.113
Tercer	1.00 \pm 0.24	0.885 \pm 0.136
Cuarto	1.01 \pm 0.20	0.853 \pm 0.107

No se existió diferencia significativa ($P>0.05$)

Cuadro 2

Niveles de Cobre (Cu) en suero sanguíneo en vacas Holstein y su relación al día de toma de muestra y número de parto.

Número de Parto	Día de toma de muestra*			
	10	20	30	40
Primer	0.982	0.985	0.945	1.122
Segundo	1.019	0.989	1.034	0.978
Tercer	1.005	0.982	0.998	1.013
Cuarto	0.971	1.063	1.009	1.026

Los niveles de minerales en suero están expresados en $\mu\text{g/ml}$.

* No existió diferencia significativa ($P>0.05$)

Cuadro 3

Niveles de Zinc (Zn) en suero sanguíneo en vacas Holstein y su relación al día de toma de muestra con número de parto*.

Número de Parto	DIA DE TOMA DE MUESTRA			
	10	20	30	40
Primer	0.838	0.783	0.867	0.789
Segundo	0.880	0.840	0.860	0.879
Tercer	0.857	0.920	0.905	0.859
Cuarto	0.862	0.847	0.841	0.860

Los niveles de minerales en plasma están expresadas en µg/ml.

* No hay diferencia significativa ($P > 0.05$)

Cuadro 4

Parámetros reproductivos (días a 1er servicio, días a 1er estro, días a concepción porcentaje de concepción y número de servicios) por número de partos.

Número de Parto	Días a 1er estro*	Días a primer servicio*	Días a Concepción*	Porcentaje de concepción a primer estro*	Número de servicios*
Primer	44.33 ± 24.22	58.37 ± 34.49	74.12 ± 32.24	61.84	1.68 ± 0.7
Segundo	38.95 ± 17.43	51.00 ± 26.61	93.07 ± 40.69	58.33	1.55 ± 0.66
Tercer	41.79 ± 22.21	47.77 ± 41.23	75.87 ± 34.17	46.00	1.62 ± 0.74
Cuarto	73.40 ± 28.07	76.66 ± 27.36	97.0 ± 45.57	34.00	1.33 ± 0.57

* No hay diferencia significativa ($P > 0.05$)