

81
201



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE Cu, Mn Y Zn EN DIFERENTES NIVELES Y COMBINACIONES SOBRE LA TASA DE CONCEPCION A PRIMER SERVICIO DE VAQUILLAS HOLSTEIN ESTABULADAS.

T E S I S

Que para obtener el Título de:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Presenta:

JOSE ERNESTO FLORES MONTES DE OCA

ASESORES:

M. V. Z. Alfredo Kurt Spross Suárez

M. V. Z. Víctor Manuel Lima Tamayo

M. V. Z. Pedro Ochoa Galván



MEXICO, D. F.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

1990.



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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.

INDICE.

PAGINA.

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS.....	ii.
INDICE DE CONTENIDO.....	iv.
INDICE DE CUADROS.....	v.
RESUMEN.....	1.
INTRODUCCION.....	2.
MATERIAL Y METODOS.....	18.
RESULTADOS.....	22.
DISCUSION.....	25.
CONCLUSIONES.....	30.
LITERATURA CITADA.....	31.
CUADROS.....	35.

INDICE DE CUADROS.

CUADRO.	PAGINA.
CUADRO 1. RANGO DEL CONTENIDO NORMAL DE LOS MINERALES ENCONTRADOS EN MAYORES CANTIDADES EN EL CUERPO DE LOS ANIMALES DOMESTICOS, EN (%).....	35.
CUADRO 2. CONTENIDO DIETARIO EN QUE SE CUBRE EL REQUERIMIENTO DE LOS MINERALES ESCENCIALES DE INTERES PRACTICO EN LOS BOVINOS, EN (%) DE LA MATERIA SECA.....	35.
CUADRO 3. SUPLEMENTACION DE COBRE, MANGANESO Y CINC. NIVELES Y COMBINACIONES EN CADA TRATAMIENTO.....	36.
CUADRO 4. CONSUMO DE ALIMENTO "COMO SE DA", Y CONSUMO ESTIMADO DE MATERIA SECA POR VAQUILLA, DURANTE LA FASE EXPERIMENTAL.....	37.
CUADRO 5. CONTENIDO DE CALCIO, FOSFORO, COBRE, MANGANESO, CINC Y MOLIBDENO EN ALIMENTOS MUESTREADOS EN LA ETAPA DE DESARROLLO II DEL CENTRO DE RECRIA, DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL.....	38.
CUADRO 6. CONTENIDO MINERAL DE LA SAL COMERCIAL.....	39.
CUADRO 7. CONTENIDO DE CALCIO, FOSFORO, COBRE, MANGANESO, CINC Y MOLIBDENO EN LA RACION DURANTE LA FASE EXPERIMENTAL.....	40.
CUADRO 8. CANTIDAD ASIGNADA (g) DE LAS FUENTES MINERALES AL DIA POR VAQUILLA, Y COSTO DIARIO EN CADA TRATAMIENTO.....	41.
CUADRO 9. NIVEL SUPLEMENTADO DE COBRE, MANGANESO Y/O CINC POR VAQUILLA EN CADA TRATAMIENTO DURANTE LA FASE EXPERIMENTAL.....	42.
CUADRO 10. VAQUILLAS QUE RECIBIERON LA PRIMERA INSEMINACION ARTIFICIAL, VAQUILLAS QUE RESULTARON GESTANTES, Y TCPS EN CADA TRATAMIENTO.....	43.

CUADRO.

PAGINA.

CUADRO 11. PESO PROMEDIO AL MOMENTO
DE LA PRIMERA INSEMINACION ARTIFICIAL,
DE ACUERDO AL RESULTADO DE ESTA,
POR PERIODOS DE 21 DIAS.....44.

CUADRO 12. PROMEDIO DE EDAD AL
MOMENTO DE LA PRIMERA INSEMINACION
ARTIFICIAL, DE ACUERDO AL RESULTADO
DE ESTA EN CADA TRATAMIENTO.....45.

RESUMEN.

JOSE ERNESTO FLORES MONTES DE OCA. Efecto de la suplementación de Cu, Mn y Zn en diferentes niveles y combinaciones sobre la tasa de concepción a primer servicio de vaquillas Holstein estabuladas. Asesorado por: M.V.Z. Alfredo Kurt Spross Suárez, M.V.Z. Víctor Manuel Lima Tamayo y M.V.Z. Pedro Ochoa Galván.

Se evaluó el efecto de la suplementación de cobre, manganeso y cinc sobre la Tasa de Concepción a Primer Servicio (TCPS) de vaquillas Holstein de la etapa de Desarrollo II del Centro de Recría del Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca, Hidalgo, se utilizaron las combinaciones: cobre+manganeso; manganeso+cinc y cobre+cinc en los niveles de 10 ppm cobre, y de 40 ppm de manganeso y cinc, según el caso en los tratamientos 1, 3 y 5; mientras que en los tratamientos 2, 4 y 6 se emplearon las mismas combinaciones, pero en niveles de 20 ppm de cobre y 80 ppm de manganeso y cinc. Se dispuso de 8 grupos de vaquillas en estado aparentemente sano, de edad y peso similares, e idénticamente manejadas y alimentadas, de los cuales, 6 grupos fueron asignados a recibir uno de los 6 distintos tratamientos, mientras que los dos grupos restantes fueron tratamiento control (no suplementado), la asignación de los grupos de vaquillas a los tratamientos se realizó aleatoriamente. Se estimó el consumo diario de materia seca por vaquilla, y con los niveles estipulados para la suplementación en los tratamientos se calculó la cantidad a suplementar diariamente de sulfato de cobre, sulfato de manganeso y/o sulfato de cinc a cada vaquilla, cantidades que se mantuvieron fijas durante todo el experimento. El tratamiento cesó para cada vaquilla una vez que se inseminaba artificialmente. Los resultados se basaron en el diagnóstico de gestación hecho por medio de la técnica de palpación vía rectal alrededor de los 45 días de haberse realizado la inseminación. Las TCPS obtenidas fueron: 71.7, 64.5, 71.1, 74.5, 61.2, 70.1 y 63%, en los tratamientos 1, 2, 3, 4, 5, 6 y control, respectivamente, no se encontró diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$) entre los tratamientos.

INTRODUCCION.

GENERALIDADES SOBRE MINERALES.

Los elementos minerales dietarios que se reconocen como esenciales para los animales y para los cuales se han descrito signos de deficiencia se dividen generalmente en dos grupos: macro y microminerales o minerales traza (37). Los macrominerales son los de mayor concentración en los tejidos animales (cuadro 1) y son a los que corresponde la mayor cantidad dentro de la dieta, como se muestra en el cuadro 2, éste grupo está compuesto por el calcio, fósforo, sodio, cloro, potasio, magnesio y azufre. Los microminerales, en consecuencia, son los que se encuentran en menores concentraciones en los tejidos animales (cuadro 1), y el requerimiento dietario de éstos es el de menor magnitud, (cuadro 2), el grupo se compone de: hierro, cobre, manganeso, cinc, molibdeno, yodo, cobalto y selenio; bajo muchas condiciones de alimentación es necesario proporcionar fuentes suplementales de varios de los elementos anteriormente mencionados para cubrir los requerimientos dietarios del ganado lechero (29).

Para otros elementos como: flúor, silicio, plomo, cadmio, vanadio, cromo, arsenico, níquel y estaño se ha demostrado que son esenciales para una o más especies; sin embargo, en la actualidad no se consideran importantes en la alimentación práctica del ganado lechero (29).

Funciones de los minerales.

Desempeñan tres tipos de funciones, que no son exclusivas de ellos, y pueden ser desempeñadas por el mismo elemento al mismo tiempo.

Los tres tipos de funciones son:

i) formar parte de la estructura de órganos y tejidos; como lo hacen el calcio, fósforo, magnesio, flúor y silicio en huesos y dientes; y el fósforo y azufre en las proteínas musculares;

ii) ser componente de fluidos y tejidos corporales en forma de electrolitos; interviniendo en el mantenimiento de la presión osmótica, del equilibrio ácido-básico, de la permeabilidad de las membranas y de la irritabilidad tisular; así actúan el sodio, potasio, cloro, calcio y magnesio en sangre, líquido cerebro espinal y jugo gástrico;

iii) catalizadores de sistemas enzimáticos y hormonales; en forma de componentes integrales específicos de la estructura de metaloenzimas, o como activadores menos específicos en tales sistemas (37).

La mayoría de los microminerales interactúan con enzimas y hormonas, ya sea como cofactores, activadores o estabilizadores de la estructura molecular secundaria (19); algunos forman parte de metaloenzimas involucradas en funciones fisiológicas específicas; éstas metaloenzimas se forman al establecerse uniones iónicas de éstos minerales traza en combinaciones específicas con proteínas (13).

Se ha sugerido (36) la existencia de metaloenzimas desconocidas o funciones específicas no conocidas de los microelementos, razón por la que no ha podido explicarse desde el punto de vista bioquímico o enzimático varias entidades patológicas de los animales domésticos.

El hierro participa en la formación de la hemoglobina, mioglobina y algunos productos de almacén (13); mientras que los elementos minerales yodo y cobalto, cifran toda su importancia funcional en formar parte de los compuestos, tiroxina y vitamina B-12 respectivamente, compuestos que intervienen en diversos procesos metabólicos (37).

CONTENIDO DE MINERALES EN ALIMENTOS CONSUMIDOS POR ANIMALES RUMIANTES.

Se informa (1) que el contenido mineral de gramíneas y leguminosas no es uniforme; se ha visto que el nivel en que se puede encontrar un micromineral en un forraje se encuentra dentro de un rango bastante amplio, llegando a ser de 30 a 50 veces la diferencia entre el valor máximo y el mínimo de las determinaciones en la mayoría de los forrajes. La variabilidad en el contenido de minerales traza en los forrajes es mayor a la variabilidad existente en el contenido de macrominerales, proteína y energía (TND). En el caso de los alimentos concentrados comúnmente utilizados en la alimentación de los rumiantes se presenta una tendencia similar, pero en una forma menos marcada. En suma, el contenido de micro minerales es extremadamente variable, las diferencias entre los valores máximos y mínimos son amplias

para muchos elementos aún en un mismo tipo de alimento (1); además, en los casos de cobre, manganeso y cinc, se informa que en muchos de los alimentos analizados, el contenido de éstos no corresponde al nivel mínimo suficiente para cubrir el requerimiento de éstos animales, según lo establece el National Research Council (N.R.C., 29); Miltimore *et al*, 1970 (25), informan del contenido de cobre, manganeso y cinc en heno de leguminosas, heno de gramíneas, maíz ensilado, y granos cerealeros, concluyendo que el 62 % de las muestras de leguminosas analizadas, y alrededor del 92% de los demás alimentos contenían menos de 8 ppm de cobre, siendo de 10 ppm el requerimiento según N.R.C. (29); en lo que respecta al manganeso, solo el 77% de las muestras de heno de gramíneas contenían al menos 40 ppm que corresponde al nivel requerido, según N.R.C. (29), mientras que el 30, 49 y 69% de las muestras de leguminosas, ensilado de maíz y granos cerealeros, respectivamente, contenían menos de 40 ppm de manganeso; en cuanto al cinc, el 90 % de las muestras de heno de leguminosas, gramíneas y ensilado de maíz, y el 60% de las muestras de granos cerealeros contenían menos de 35 ppm de cinc, cuando el requerimiento es de 40 ppm de cinc, según el N.R.C. (29). Adams, 1975 (1) presenta información similar, donde los datos sobre análisis de minerales en forrajes (n=17389), muestra que el 55.6% de las muestras contenían al menos 10 ppm de cobre y 40 ppm manganeso, y solo al 0.5% de las muestras contenían al menos 40 ppm de cinc; en cuanto a los alimentos concentrados, el 70.6% de las muestras (n=817)

contenían menos de 10 ppm de cobre, al 75.25% de las muestras (n=1180) contenían menos de 40 ppm de manganeso, y 20% de las muestras (n=45) contenían menos de 40 ppm de cinc, siendo el 80% de las muestras a las que se determinó el contenido de cinc, productos de origen animal, donde el promedio fue de 440 ppm.

Cuando los animales se mantienen estabulados puede medirse el consumo de alimento en forma casi exacta, y mediante el análisis de los alimentos que componen la ración puede calcularse el consumo total de minerales, que sirviera para identificar la deficiencia o exceso de algún mineral; sin embargo, debe tomarse con precaución el resultado de éste primer análisis, puesto que no da indicio alguno sobre los factores que determinan el nivel de utilización del mineral por parte del animal, como son: la forma o formas químicas en que se presentan cada uno de los minerales, así como tampoco de las proporciones en que se encuentran con respecto a otros minerales o compuestos orgánicos con que se interrelacionan (37).

En el caso del cobre, son dos los factores a considerar antes de la aplicación práctica de los niveles dietarios utilizados como estándar de este mineral:

Disponibilidad del cobre. La disponibilidad del cobre en raciones para rumiantes varía ampliamente dentro de las diferentes condiciones productivas. Los becerros prerumiantes absorben del 50 al 70% del cobre ingerido, en el periodo de transición a rumiante, el coeficiente de absorción disminuye

a niveles de alrededor del 1%, llegando a ser aún menor cuando se encuentran en la ración altas concentraciones de elementos que reducen su disponibilidad, como son: azufre, molibdeno, cinc, cadmio y hierro o tierra. Adicionalmente a lo anterior, se considera en forma general que la disponibilidad del cobre es mayor en alimentos concentrados que en los forrajes; mientras que en los forrajes, la disponibilidad de cobre se incrementa junto con la madurez, siendo por tanto, mayor en heno que en los pastos jóvenes (2).

Almacenamiento hepático. Los bovinos están protegidos contra los efectos de una eventual privación dietaria de cobre por dos mecanismos: en el rumiante pueden retenerse cantidades importantes de cobre en temporadas en que el consumo excede a los niveles requeridos; así mismo, durante la fase final de la gestación se depositan cantidades importantes de cobre en el hígado fetal, cuando la madre recibe un suministro superior a sus necesidades (2).

En el caso del manganeso, el coeficiente de absorción se mantiene constante en valores alrededor del 1%, el cual disminuye con altos niveles de calcio en la ración (2).

En el caso del cinc, se estima que el coeficiente de absorción es de 30%, valor intermedio de los valores de 16 y 51%, determinados experimentalmente con bovinos jóvenes; aún no se conocen cuales son los factores responsables de esta variación (2).

EFFECTO DE LOS MINERALES DIETARIOS SOBRE LA FUNCION
REPRODUCTIVA.

La infertilidad es junto con la baja producción uno de los principales factores que limitan la capacidad productiva de los bovinos (32). El efecto que tienen los minerales dietarios sobre la función reproductiva es un área poco estudiada que merece especial atención. Cuando no se proporcionan los niveles adecuados para el animal, la fertilidad se encuentra comprometida (31). En la práctica, es difícil establecer el origen nutricional de un problema reproductivo, ya que es raro encontrar la deficiencia o exceso simple de un solo elemento (23).

Las causas más frecuentes de infertilidad en las hembras bovinas son el anestro y la repetición de servicio (38), que a su vez tienen varios orígenes; las deficiencias nutricionales específicas y las alteraciones en el aparato reproductor son causa de anestro y repetición de servicio; otras causas de anestro son los estros silenciosos y/o fallas en la detección de estros; y en el caso de la repetición de servicio, ésta se ha asociado a desbalances hormonales (causa de retardo en la ovulación y estros anovulatorios) (38).

Existen informes que indican que las causas de anestro y repetición de servicio anteriormente mencionadas, excepto las alteraciones del aparato reproductor de naturaleza congénita, se manifiestan en las hembras bovinas cuando algunos minerales (calcio, fósforo, yodo, selenio, cobalto, cobre, manganeso y/o cinc) se encuentran deficientes, o no se

encuentran en una proporción adecuada entre ellos mismos u otros elementos de la ración (2, 28, 29, 37).

En seguida se describirán algunos informes de los efectos que ejercen el cobre, manganeso y el cinc en la función reproductiva de las hembras bovinas. En general, la información sobre el tema en bovinos es escasa, por lo que se complementará con información similar obtenida en ovinos y caprinos.

COBRE.

No está completamente definido el nivel necesario de cobre en la ración de los ruminantes, se estima que con un nivel de 10 ppm de la materia seca se cubre la demanda del organismo, pero puede necesitarse un nivel aún mayor en el caso de que se encuentren en la ración altas concentraciones de sustancias que interfieren con su absorción; mientras que los bovinos pueden consumir 100 ppm de cobre en periodos de varios meses sin presentar manifestaciones tóxicas (2, 28, 29).

En la deficiencia de cobre los estros son silentes y/o se retrasa la presentación del estro, incrementándose los días abiertos; y las tasas de concepción son bajas (29).

Se ha sugerido (3) que en la deficiencia de cobre en vacas, pueden superarse los problemas de fertilidad suplementando de 1 a 2 g de sulfato de cobre al día por cabeza.

Los estudios que se han realizado para evaluar el efecto de la suplementación de cobre sobre la función reproductiva de las vacas y/o vaquillas son escasos.

Engel y cols (9) proporcionaron raciones que contenían en promedio 20.5, 4.8, 21.2 y 4.5 ppm de cobre en la materia seca a vaquillas, a las cuales se comenzó a dar servicio a partir de los 18 meses, e informan que todas las vaquillas lograron llegar al parto, lo cual sucedió a los 26.1, 27.9, 26.8 y 28.5 meses de edad en promedio, correspondiendo los promedios menores a las vaquillas que consumieron alrededor de 20 ppm de cobre, mientras que los valores mayores los presentaron las vaquillas con consumos deficientes; estableciéndose un retraso en la consecución de la concepción de 1.1 a 2.4 meses en las vaquillas que consumieron la ración deficiente, en diferencia con las que consumieron la ración con un nivel más apropiado.

Se informa haber acortado el periodo entre partos de un grupo de vacas lecheras de 512 a 408 días a través de la suplementación con cobre, mientras que en otro grupo de vacas contemporáneas idénticamente manejadas y alimentadas, pero no suplementadas con cobre, el periodo entre partos pasó de 487 a 511 días en el mismo lapso de tiempo; mientras que el promedio de días posparto al primer estro, fue de 70 ± 8 en el grupo suplementado, mientras que se tuvieron 268 ± 46 días en el grupo no suplementado. La suplementación consistió en administrar medio gramo de sulfato de cobre por vaca al día durante seis años (24).

Ingraham y col. (21) evaluaron el efecto de suplementar vacas y vaquillas Holstein con cobre, magnesio y magnesio más cobre, comparando contra un grupo no suplementado, los

niveles usados fueron de 15 ppm de cobre, y 0.3% de magnesio, que corresponden a niveles 50% mayores al nivel que según el N.R.C. (29) cubre al requerimiento. Las TCPS obtenidas fueron de: 33, 27, 38 y 57%, para el grupo control, tratado solo con cobre, tratado solo con magnesio, y el tratado con cobre más magnesio, respectivamente, en el mismo orden, el 45, 53, 49 y 73% de las vacas quedaron gestantes a los 125 días posparto; mientras que a los 210 días posparto, el 92% de las vacas tratadas con cobre más magnesio quedaron gestantes, contra un promedio del 75% de vacas gestantes en los demás tratamientos.

El efecto del cobre en la presentación del estro y las tasas de concepción se refleja en los parámetros: días abiertos, periodo entre partos, y en el caso de las vaquillas edad al parto.

MANGANESO.

Se acepta en forma general que la necesidad de manganeso de los bovinos es de 40 ppm en la materia seca; mientras que no se manifiestan efectos tóxicos a 1000 ppm (29).

En la deficiencia de manganeso, en las hembras bovinas se retrasa o anula la presentación del estro, y las tasas de concepción son bajas (31).

Se ha descrito la asociación de la deficiencia de manganeso con "celos silenciosos" en vaquillas (6); abortos (7) y ovulación retardada en vacas lecheras estabuladas (19) y en pastoreo (20).

La deficiencia de manganeso retrasa la presentación de la concepción (19, 29). Se describe que las vacas que consumieron una ración con 15.8 ppm de Mn necesitaron el doble de servicios ($n=4$) para quedar gestantes que los que se les dieron a las vacas que recibieron una ración con 25.1 ppm de manganeso (33).

Se describe (16) que las borregas que consumieron raciones con 8 ppm de manganeso requirieron significativamente ($P<0.03$) más servicios (2.5 ± 0.3) para lograr la concepción, y fueron diferentes a las borregas que consumieron la ración suplementada con 60 ppm de manganeso, las que necesitaron 1.5 ± 0.3 servicios por concepción.

Se ha sugerido que el consumo de manganeso se relaciona con la generación de quistes ováricos en vacas lecheras, como resultado de la observación (15) de la disminución del contenido de manganeso en el estroma cortical ovárico de vacas que han desarrollado quistes ováricos; sin embargo, es posible que ésto se deba al incremento en la degeneración de las células de la granulosa, caracterizadas por contener un gran número de mitocondrias, donde tiende a acumularse el manganeso (15); en estudios en borregas a las que se ha aplicado Mn radioactivo via intravenosa, se ha descrito (17) su acumulación en el ovario, en especial en el cuerpo lúteo y el folículo de de Graaf, debido a que éstas estructuras contienen abundantes mitocondrias, en diferencia a las bajas concentraciones de Mn detectadas en el cuerpo albicans, el cual está constituido por fibras de colágeno y fibroblastos

pequeños, donde las mitocondrias son escasas. El manganeso se relaciona estrechamente al cuerpo lúteo, donde se encuentra involucrado con la actividad enzimática de las numerosas mitocondrias que se localizan en sus células (17); además, la concentración de manganeso radioactivo en el cuerpo lúteo, y el estroma ovárico fue mayor ($P < 0.001$) en el onceavo día del ciclo estral, que en el día cuatro, lo cual puede tener algún significado fisiológico en la manifestación de la función cíclica normal de la borrega (17).

Son escasos los trabajos dirigidos a evaluar el efecto de la suplementación de manganeso sobre la función reproductiva.

Munro (27) en un hato de ganado británico describe haber incrementado la tasa de concepción global de 48% obtenido en un año a 72% en el año siguiente, mediante la suplementación diaria de una onza de sulfato de manganeso en el comedero común del hato, cuando el contenido de manganeso en los forrajes oscilaba dentro del rango de 11 a 28 ppm. Por su parte, Wilson (40) informa haber mejorado la tasa de concepción a primer servicio en diferentes hatos bovinos en los condados británicos de Devon y Cornwall, suplementando 80 ppm de Mn, cuando el contenido promedio de Mn en los forrajes fue de 18 ppm. Utilizó 12 hatos en la prueba, de éstos, 3 se habían utilizado en una prueba previa de suplementación de fósforo. El procedimiento de asignación de los animales al tratamiento con manganeso o al grupo control en cada uno de los hatos, consistió en que al momento del parto las vacas se asignaban alternativamente a uno de los grupos, en el grupo

suplementado, el tratamiento consistió en la administración diaria por cabeza de 4 gramos de sulfato de manganeso en un periodo de 9 semanas iniciando 3 semanas antes de la fecha calculada para el primer servicio. Se obtuvo la TCPS de 59.3% (89 gestantes/150 servidas) en las vacas que únicamente habían participado en la prueba de suplementación de manganeso, en las vacas que habían participado en la prueba de suplementación con fósforo, se obtuvo como respuesta a la suplementación de manganeso un valor de 81.8% (27/33) en la TCPS; combinando los valores anteriores se obtiene un valor de 63.4% (116/183) en la TCPS global en los animales suplementados con manganeso, porcentajes mayores al 50.3% (85/169) obtenido en la TCPS en los animales no suplementados con manganeso.

En vacas lecheras que al posparto se mantenían en un régimen deficitario de Mn se describe (22) una disminución en el contenido de Mn del pelo y alta incidencia de infertilidad que incrementó la duración del periodo abierto que era de 223 días en promedio; el que se redujo a 122 días como respuesta a la administración diaria de 2 gramos de sulfato de manganeso por vaca durante un periodo de 6 meses.

Como en el caso del cobre, la naturaleza del efecto del manganeso sobre la presentación del estro y las tasas de concepción se refleja en los parámetros: días abiertos y periodo entre partos.

CINC.

El N.R.C. (29) indica que 40 ppm de cinc en la ración satisfacen la necesidad de los bovinos, mientras que efectos tóxicos comienzan a manifestarse con 1000 ppm.

El estudio de los efectos de la deficiencia de cinc, así como de su suplementación, sobre los procesos reproductivos de los bovinos, ha recibido menos atención que en los casos del cobre y el manganeso, la mayor atención se ha centrado sobre el estudio de la relación que pueda tener el cinc en el semen y glándulas accesorias, en función de la fertilidad del macho. Algunos investigadores han puesto en duda el efecto que el cinc pueda tener sobre la fertilidad de los rumiantes, sin embargo, existe incremento en la fertilidad de los ovinos suplementados con cinc (19).

Apgar y Fitzgerald (5) describen la presentación de abortos, absorción embrionaria, momificaciones embrionarias y el nacimiento de corderos malformados, cuando a las borregas se les suministró una ración semisintética que proporcionaba menos de 1 ppm de cinc, en tanto que borregas suplementadas con 20 ppm de cinc en el agua de bebida, llegaron a término del periodo de gestación sin manifestaciones anormales en las crías.

En borregas con deficiencia de cinc, el óvulo fue incapaz de implantarse en la mucosa uterina, generándose la entidad conocida como muerte embrionaria temprana (19). Se ha descrito en cabras alimentadas con raciones semipurificadas

deficientes en cinc la presentación de bajas tasas de concepción y reducción en el número de crías por cabra (19). Egan (9) suplementó 140 mg de cinc semanalmente a borregas que pastoreaban forrajes con un contenido de cinc de 12 a 45 ppm. La suplementación la realizó a lo largo de 2 años, mejorando significativamente el número de pariciones, desafortunadamente no se especifica la magnitud de la mejoría en la fuente literaria.

Se ha descrito que cuando las vacas consumen raciones deficientes en cinc desarrollan quistes ováricos y presentan irregularidades en el ciclo estral (31). En cambio, la suplementación de cinc en vacas incrementó la tasa de concepción global en un 23%, en comparación con las tasas de concepción obtenidas en animales no suplementados, observándose que la fertilidad recayó al descontinuar el tratamiento (19).

Piper y Spears (30) en estudios con vaquillas en pastoreo de festuca (Festuca arundinacea) y Bermuda (Cynodon dactylon) durante los meses de otoño, primavera y verano, y complementación con heno de bermuda y 0.91 kg de sorgo molido al día en los meses de invierno; suplementaron a los animales en la siguiente forma: la mitad de las vaquillas recibieron la aplicación subcutánea de glicinato de cobre (180 mg de cobre/inyección) al principio del experimento, y posteriormente cada 5 meses; el resto de las vaquillas fueron suplementadas en días alternados (uno sí y otro no) con 0.5 gramos de sulfato de cinc. El apareamiento de las vaquillas

se realizó en forma natural, durante un periodo de 32 días, obteniendo una tasa de parición global de 62% en las vaquillas tratadas parenteralmente con cobre, en diferencia al 93% obtenido en los animales suplementados con cinc.

HIPOTESIS: La suplementación con distintos niveles de cobre, manganeso y/o cinc aumentará la tasa de concepción a primer servicio en vaquillas Holstein estabuladas.

OBJETIVOS: Determinar el parámetro reproductivo tasa de concepción a primer servicio de vaquillas suplementadas con distintos niveles y combinaciones de cobre, manganeso y/o cinc, y de vaquillas no suplementadas.

MATERIAL Y METODOS.

El trabajo se realizó en el Centro de Recría del Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca (C.A.I.T.), en el estado de Hidalgo, localizado a la altura del km 52½ de la carretera México-Pachuca, con ubicación geográfica: 19°58'50" de latitud norte y 90°25' de latitud oeste; a una elevación de 2,200 msnm; el clima corresponde al tipo subhúmedo Cwo,h(e)g, con temperatura promedio anual de 16.3°C (3.4 a 33.3°C), y precipitación anual promedio de 600.3 mm (10).

Se dispuso de 640 vaquillas de la raza Holstein friesland en estado aparentemente sano, que se alojaron en 8 corrales en grupos de aproximadamente 80 vaquillas cada uno. Se realizó el inventario de las vaquillas de cada uno de los corrales por el número de arete de éstas para poder controlar la población que conformaba cada uno de los grupos. Al inicio del experimento el peso promedio de las vaquillas era de 300 kg, y la edad fluctuaba entre los 12 y los 14 meses.

Se planteó el experimento de suplementación de cobre, manganeso y/o cinc en cuanto a niveles y combinaciones como se presenta en el cuadro 3. La asignación de los grupos de vaquillas a cada uno de los tratamientos se realizó en una manera completamente aleatoria; se utilizaron 2 grupos de vaquillas como grupo control no suplementado.

Se utilizaron los siguientes compuestos como fuente de cobre, manganeso y cinc, en el orden respectivo: sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) que contiene 25% de cobre; sulfato de manganeso monohidratado ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) que

proporciona 32.5% de manganeso, y sulfato de cinc monohidratado ($ZnSO_4 \cdot H_2O$) que contiene 36% de cinc.

Se estimó el consumo de materia seca (ver cuadro 4), y junto con la información sobre las fuentes minerales y el cuadro 3, se calculó la cantidad de cada fuente mineral a suministrar diariamente por vaquilla en cada uno de los diferentes tratamientos, como se muestra en el cuadro 8, éstas cantidades se suministraron en forma fija durante todo el experimento.

Se calculó diariamente la cantidad de fuentes minerales a proporcionar a cada uno de los grupos en función al número de vaquillas en el corral, cantidades que se pesaban en una balanza analítica y se mantenían en bolsas de plástico, macclándolas en el momento previo a su dispersión; la cual se realizó tratando de distribuir las a todo lo largo del comedero, sobre el alimento ya servido. La suplementación de cobre, manganeso y/o cinc inició el 5 de julio de 1989, fecha a partir de la cual se tomaron dos semanas siguientes como periodo de adaptación, por lo que se solo se considera dentro de los resultados del trabajo, los valores obtenidos en las vaquillas inseminadas a partir del 20 de julio de 1989. Similar criterio se tomó al final del experimento. La suplementación se realizó hasta el día 29 de octubre en el grupo 4, mientras que en el grupo 2 esto se hizo hasta el día 2 de noviembre, y el día 25 de noviembre se suspendieron los tratamientos 1, 3, 5, 6 y control; en cada caso se recopiló la información de las vaquillas que fueron inseminadas dentro

de los 10 días posteriores a las fechas de fin del tratamiento de suplementación, siempre y cuando se tratara de vaquillas que formaron parte de los grupos por lo menos 15 días antes de terminar la suplementación.

La ración se compuso de los siguientes alimentos, enumerados en el orden de administración en el comedero: maíz ensilado, alfalfa henificada, concentrado con 16% P.C. y alfalfa fresca al corte, en las proporciones que se presentan en el cuadro 4, de los cuales se tomaron muestras mensuales para determinar el contenido de calcio, fósforo, cobre, manganeso, cinc y molibdeno. En el saladero se administró para consumo "ad libitum" una sal comercial (Magnaphoscal. * Bayer), fuente de calcio, fósforo, magnesio, sodio y cloro, a la cual se determinó el contenido de minerales, y su concentración se presenta en el cuadro 5.

Se aplicó el manejo reproductivo que como rutina se aplica en la etapa de Desarrollo II del Centro de Recría. La detección de calores se realizó diariamente de las 6 a las 19 hrs, los celadores seleccionaron a las vaquillas en celo que tuvieran peso de servicio (330 kg para vaquillas de 12 a 13 meses de edad, y 320 kg para las vaquillas de 14 meses o más). Los animales detectados por la mañana se inseminan por la tarde y viceversa. La inseminación artificial la realizó un solo técnico, quién verificó peso y edad de los animales que le presentaron los celadores, evaluó las características del útero y del moco cervice-uterino para determinar la

viabilidad de la inseminación y proceder en su caso a realizarla.

Se suspendió el tratamiento a las vaquillas una vez que recibían la inseminación.

Alrededor de los 45 días de haberse realizado la inseminación, el veterinario a cargo de la reproducción realizó el diagnóstico de gestación por medio de palpación rectal.

El análisis estadístico que se realizó para establecer la relación entre la tasa de concepción a primer servicio con el tratamiento fue una prueba de Ji-cuadrada, según Steel y Torrie (33).

RESULTADOS.

La asignación diaria de cada uno de los alimentos a cada vaquilla, así como el consumo estimado de materia seca durante el periodo experimental se muestra en el cuadro 4.

En el cuadro 5 se muestra el contenido de calcio, fósforo, cobre, manganeso, cinc y molibdeno en los alimentos muestreados durante la fase experimental; no fue posible determinar el contenido de azufre.

El cuadro 6 muestra el contenido mineral de la sal comercial que se proporcionó en saladero para consumo "ad libitum", se observa que la sal contiene al cobre, manganeso y cinc, pero por el nivel de consumo, no es importante su aporte de cobre, manganeso y cinc.

Con la información presentada en los cuadros 4, 5 y 6 se obtuvo el contenido de calcio, fósforo, cobre, manganeso, cinc y molibdeno de la ración completa, que se presenta en el cuadro 7, donde se observa que el cobre está en general, por arriba de 10 ppm, nivel muy similar al que se encontró al molibdeno; mientras que el manganeso y el cinc se encuentran por debajo de 40 ppm.

En el cuadro 8 se muestra la cantidad (g) de cada una de las fuentes de cobre, manganeso y/o cinc que se administró diariamente por vaquilla en cada tratamiento, así como el costo (pesos) del tratamiento diario por vaquilla en cada tratamiento.

Utilizando la información de los cuadros 4 y 8 se calculó el nivel suplementado por vaquilla en cada tratamiento, durante

el periodo experimental, expresados en ppm de la materia seca, donde se observa que los niveles obtenidos se encuentran cerca de los marcados como objetivo, referidos en el cuadro 3.

En el cuadro 10 se presenta el número de vaquillas que se inseminaron por primera vez, así como el número de éstas que resultaron gestantes, y las correspondientes tasas de concepción en cada tratamiento; el menor valor obtenido en las TCPS correspondió al grupo 5 (61.2%), seguido en ascendencia por el del grupo control (63%) y el tratamiento 2 (64.5%); mientras que en los tratamientos 1, 3, 4 y 6 se obtuvieron los valores: 71.7, 71.1, 74.5 y 70.1% respectivamente, siendo el mejor valor de éstos el obtenido en el tratamiento 4; sin embargo, al análisis estadístico realizado según el método de ji-cuadrada no hubo diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos.

Los promedios de peso al momento de la inseminación fueron de 341, 346, 347, 341, 353, 348 y 345 kg para los vaquillas en los tratamientos 1, 2, 3, 4, 5, 6 y control, respectivamente. El cuadro 11 muestra el peso promedio de las vaquillas al momento de la inseminación, de acuerdo al resultado de esta (Gestante o No Gestante), lo cual se presenta por periodos de 21 días con la intención de tener un mayor número de periodos de evaluación del comportamiento del promedio de peso durante el periodo experimental.

El promedio de edad de las vaquillas al momento de la inseminación fue de 14.2, 15.2, 14.7, 14.9, 15.1, 15 y 15.4 meses en los tratamientos 1, 2, 3, 4, 5, 6 y control respectivamente. En el cuadro 12 se presentan los promedios de edad al momento de la primera inseminación artificial, de acuerdo al resultado de ésta (Gestante o No Gestante) en cada tratamiento, por periodos de 21 días.

DISCUSION.

El consumo estimado de materia seca (cuadro 4), en el mes de julio, agosto y septiembre fue muy similar al del mes de junio, correspondiendo a niveles de 100, 95.5 y 95.6% con respecto a éste último; mientras que los correspondientes a los meses de octubre y noviembre fueron en relación a los de junio: 110.9 y 110.2%, respectivamente. Los cambios en el consumo obedecieron a ajustes para mantener el aporte nutritivo de la ración en función de la eliminación de la alfalfa fresca al corte. Estas variaciones en el consumo de materia seca no afectaron el cumplimiento de la suplementación en los niveles planteados en el cuadro 3, ya que al compararlos con los niveles obtenidos, que se presentan en el cuadro 9, es evidente que no es grande la diferencia entre estos.

En cuanto al contenido de cobre, manganeso y cinc en los alimentos que componen la ración, cuadro 5, se encontraron similitudes con los informes descritos por Adams (1), y Miltimore y col.(25), ya que el maíz ensilado, es el único alimento que no contiene la cantidad requerida de cobre (10 ppm), según lo indica el N.R.C. (29); mientras que en el caso del manganeso, la alfalfa verde al corte es el único de los alimentos que contiene más de 40 ppm, siendo menores a éste los aportes de los demás elementos de la ración; y en el caso del cinc, el alimento concentrado es el único elemento que proporciona al menos 40 ppm, nivel requerido por los bovinos según N.R.C. (29). En lo que respecta a la sal comercial, el

contenido mineral de ésta (cuadro 6) nos indica que aporta cobre, manganeso y cinc, pero que como se observa en el cuadro 4, consumos diarios de 30 a 40 gramos diarios de ésta sal aportan de 3 a 4 mg de cinc que en la ración total se constituyen en aportes menores a 0.5 ppm de cinc, que es el mineral de interés en éste trabajo de mayor aporte por la sal comercial.

La información presentada en el cuadro 7, en lo que respecta al aporte de cobre, manganeso, cinc y molibdeno, se observa que en el caso del cobre, la ración aportó el nivel considerado como adecuado (10 ppm), según el N.R.C. (29), sin embargo, a la vez se encuentra en la ración al molibdeno, en niveles de 9 a 12 ppm, condición en la que los coeficientes de utilización del cobre varía de 6 a 0.5% (2), dependiendo la ubicación dentro de éste rango del nivel de azufre, el cual no fue posible determinar; Miltimore y Mason (26) informan que cuando en un alimento o ración para bovinos se presenta una relación de 2:1 en el contenido de cobre con respecto al molibdeno se dan las condiciones para que se genere una deficiencia de cobre, en virtud de la eventual disminución en la disponibilidad para el animal; por lo que si en el presente trabajo la relación cobre:molibdeno es cercana a 1:1, la disponibilidad del cobre fue baja, incrementándose el nivel requerido, por lo que la suplementación debe ser benéfica al cambiar ésta proporción, como debió haber sucedido en los tratamientos 1 y 6. El nivel de cobre en la ración fue menor al nivel de 20.4 ppm

detectado por Serrano (34) en otro periodo de tiempo en el Centro de Recría, estando la ración conformada entonces por alfalfa achicalada, alfalfa al corte, ensilado de maíz, melaza de caña, concentrado con 18% P.C. y sal comercial. Por lo que respecta a manganeso y cinc, la ración proporcionada durante el periodo experimental no contenía los niveles requeridos, que en ambos casos es de 40 ppm (29), Serrano (34) menciona haber detectado los niveles de 29.8 ppm de Mn y 25 ppm de Zn. En cuanto al calcio y fósforo, los aportes exceden a los niveles recomendados por el N.R.C. (29), que son de 0.4 y 0.26% para el calcio y fósforo respectivamente; Annenkov (3) indica que la fertilidad de las hembras bovinas se afecta tanto por excesos como por deficiencias de calcio y/o fósforo, sin embargo, establece que no siendo deficiente alguno y encontrando sus proporciones en el rango de 1:1 a 3:1, la fertilidad no se afecta; la proporción calcio:fósforo en éste trabajo se mantuvo dentro del rango de 1.43:1 y 1.72:1 partes de calcio por una parte de fósforo, relación cercana a la de 1.54:1 existente entre los valores recomendados por el N.R.C. (29).

Los valores obtenidos en la tasas de concepción (cuadro 10) a primer servicio (TCPS) en los tratamientos 1 al 6 y control fueron de: 71.7, 64.5, 71.1, 74.5, 61.2, 70.1 y 63.0% respectivamente, de los cuales solo los obtenidos en los tratamientos 1, 3, 4 y 6 están dentro del nivel marcado como ideal por Weaver (39), quién indica que la TCPS en vaquillas debe ser al menos de 70%; mientras que, al compararse con el

valor 51.3 ± 14.2 % de la TCPS calculado por Anta y col. (4) con base en la revisión de la información publicada en México en el periodo de 1970 a 1986 sobre la eficiencia reproductiva de vaquillas y vacas, es evidente que solo los valores obtenidos en los tratamientos 2, 5 y control se encuentran dentro del rango citado, siendo mayores el resto de los valores.

Los tratamientos en que se suplementó cobre fueron el 1,2,5 y 6, en los que se obtuvieron (cuadro 10) las TCPS de: 71.7, 64.5, 61.2 y 70.1% respectivamente, valores que fueron mayores al 27% obtenido por Ingraham y col. (21) en vaquillas y vacas lecheras suplementadas con cobre a un nivel de 15 ppm, a diferencia del presente trabajo donde los niveles de suplementación fueron de 10 ppm (T 1 y T 5) y 20 ppm (T 2 y T 6); en el trabajo de Ingraham y col., el grupo suplementado con cobre se mostró inferior al grupo control, ya que en éste último se registró la TCPS de 33%, superior al 27% registrada en el grupo suplementado con cobre.

Los tratamientos en los que se suplementó manganeso fueron el 1, 2, 3 y 4, en los que se obtuvieron las TCPS de: 71.7, 64.5, 71.1 y 74.5% respectivamente, el nivel de suplementación fue de 40 ppm (T 1 y T 3) y 80 ppm (T 2 y T 4) los valores obtenidos en las TCPS a éstos niveles de suplementación fueron mayores a los obtenidos por Wilson (40) quien mencionó haber obtenido un valor de 63% en la TCPS de vacas suplementadas con 80 ppm de manganeso.

Los tratamientos en que se suplementó cinc fueron: 3, 4, 5 y 6, a los que correspondió 71.1, 74.5, 61.2 y 70.1% respectivamente en la TCPS. Pipar y Spears (30) describen haber obtenido un 93% en la tasa de pariciones de vaquillas en pastoreo que fueron suplementadas con 0.5 gramos de cinc cada dos días. En el presente trabajo se suplementó diariamente 0.34 gramos (T 3 y T 5), y 0.68 gramos de sulfato de cinc (T 4 y T 6) por vaquilla.

Se considera como ideal realizar la inseminación cuando las vaquillas tienen 340 Kg de peso, lo cual ocurre entre los 14 y 15 meses cuando se mantiene a las vaquillas en condiciones de alimentación estándar (11). De ocurrir de ésta manera, la vaquilla tendrá su primer parto a los 2 años de edad, lo cual se considera como ideal (14).

En el cuadro número 11 se observa que los promedios de peso de las vaquillas que resultaron gestantes o no a la primera inseminación en cada tratamiento, y en cada periodo se comporto uniformemente.

En el cuadro 12 puede observarse que en cada tratamiento el promedio de edad al primer servicio fue cambiando de periodo en periodo, debido al incremento en la edad de las vaquillas retrasadas para alcanzar el peso de servicio.

CONCLUSIONES.

Se determinó la tasa de concepción a primer servicio de vaquillas Holstein estabuladas suplementadas con cobre, manganeso y/o cinc, y no suplementadas; no se encontró diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$) entre los grupos suplementados y el grupo control.

Algunos tratamientos lograron mejorar las tasas de concepción a primer servicio mostradas por el grupo control; la mejor TCPS (74.5%) se obtuvo en el tratamiento 4, donde se suplementó manganeso y cinc en niveles de 80 ppm para ambos, seguida por la obtenida en el tratamiento 1 (71.7%) en que se suplementó cobre y manganeso en niveles de 10 y 40 ppm respectivamente, mientras que en el tratamiento 3 en que se suplementó manganeso y cinc en niveles de 40 ppm se obtuvo 71.1% en la TCPS, y finalmente, en el tratamiento número 6 se obtuvo 70.1% en la TCPS de las vaquillas suplementadas con 20 ppm de cobre y 80 ppm de cinc; mientras que los valores obtenidos en los tratamientos 2 y 5 fueron similares al obtenido en el tratamiento control.

LITERATURA CITADA.

1. Adams, R.S.: Variability in mineral and trace element content of dairy cattle feeds. J. Dairy Sci., 58:1538-1548. (1975).
2. Agricultural Research Council-Commonwealth Agricultural Bureaux: The nutrient requirements of ruminant livestock. Reprint first edit. The Lavenham Press L.T.D. 1984.
3. Annenkov, B.N.: Mineral feeding of cattle, Mineral Nutrition of animals. Edited by: Georgievskii, V.I., Annenkov, V.N. and Samokhin, V.T., 285-320. Butterworths. England, 1982.
4. Anta, E., Rivera, J.A., Galina, C., Porras, A., y Zarco, L.: Análisis de la información publicada en México sobre la eficiencia reproductiva de los bovinos. III. Parametros reproductivos. Rev. Vet. Mex., 20: 11-18. (1989).
5. Apgar, J. and Fitzgerald, J.A.: Effect on the ewe and lamb of low Zn intake throughout pregnancy. J. Anim. Sci. 60:1530-1538. (1985).
6. Bentley, O.G. and Phillips, P.H.: The effect of low manganese rations upon dairy cattle. J. Dairy Sci., 34: 396-403. (1951).
7. Dyer, I.A. and Rojas, M.A.: Manganese requirements and functions in cattle. J. Amer. Vet. Med. Assoc., 147: 1393-1396. (1965).
8. Engel, R.W., Hardison, W.A., Miller, R.F., Price, N.O. and Huber, J.T.: Effect of copper intake on concentration in body tissue and growth, reproduction and production in dairy cattle. J. Anim. Sci., 23: 1160-1163. (1964).
9. Egan, D.A.: Reproductive responses to supplemental zinc and manganese in grazing Dorsett horn ewes. Austr. J. Exp. Agric. and Anim. Husb., 12: 131-135. (1972) Abstract.
10. Garcia, E.: Modificación del sistema de clasificación de Koppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 1979.
11. Gardner, R.W., Smith, L.W., and Park, R.L.: Feeding and management of dairy heifers for optimal lifetime productivity. J. Dairy Sci., 71:996-999. (1988).
12. Georgievskii, V.I.: General information on minerals, Mineral Nutrition of animals. Edited by Georgievskii, V.I., Annenkov, V.N. and Samokhin, V.T. 11-56. Butterworths. England 1982.

13. Hansard, S.L.: Microminerals for ruminant animals. Nut. Abst. Rev. s. B, 53:1-24. (1983).
14. Heinrichs, A.J., and Hargrove, G.L.: Standars for weight and height for Holstein heifers. J. Dairy Sci., 70:653-660. (1987).
15. Hideroglou, M.: ⁵⁴Mn uptake by the ovaries and reproductive tract of cycling and anestrus ewes. Can. J. Physiol. Pharmac., 5: 969-972. (1975).
16. Hideroglou, M., Ho, S.K., Ivan, M. and Shearer, D.A.: Manganese status of pasturing ewes and doe rabbits on low manganese diets and dairy cows with cystic ovaries. Can. J. Comp. Med., 42: 100-107. (1978).
17. Hideroglou, M., Ho, S.K., Standish, J.F.: Effects of dietary manganese levels on reproductive performance of ewes and on tissue mineral composition of ewes and day-old lambs. Can. J. Anim. Sci. 58:35-41. (1978).
18. Hideroglou, M.: Manganese in ruminant nutrition. Can. J. Anim. Sci., 59: 217-236. (1979).
19. Hideroglou, M.: Trace element deficiencies and fertility in ruminants: a review. J. Dairy Sci., 62: 1195-1206. (1979).
20. Hignett, S.L.: Some aspects of bovine sterility. Vet. rec., 53: 21-24. (1941).
21. Ingraham, R.H., Kappel, L.C., Morgan, E.B., and Erikandakumar, A.: Correction of subnormal fertility with copper and magnesium supplementation. J. Dairy Sci., 70: 167-180. (1987).
22. Krolak, M.: Effect of manganese added to diet in cattle fertility and manganese content in hair. Pol. Arch. Weter., 11: 293-304. (1968) Abstract.
23. Kruif, A., de and Brand, A.: Factors affecting the reproductive capacity of a dairy herd. New zeal. Vet. J., 26: 178, 183-189. (1978).
24. Mahadevan, R.H. and Zubairy, A.W.: The influence of copper sulphate supplement feeding on cows for early reproduction and reducing intercalving period. Ind. Vet. J., 46: 892-899. (1969).
25. Miltimore, J.E., Mason, J.L., and Ashby, D.L.: Copper, zinc, manganese and iron variation in five feeds for ruminants. Can. J. Anim. Sci., 50: 293-300. (1970).

26. Miltimore, J.E., and Mason, J.L.: Copper and molybdenum ratio and molybdenum and copper concentrations in ruminant feeds. Can. J. Anim. Sci., 51: 193-200. (1971).
27. Munro, I.B.: Infectious and noninfectious herd infertility in East Anglia. Vet. Rec., 69: 125-129. (1957).
28. National Research Council. Nutrient requirements of domestic animals. The nutrient requirements of dairy cattle. 5th. rev. edit. National Academy Press. U.S.A. (1978).
29. National Research Council. Nutrient requirements of domestic animals. The nutrient requirements of dairy cattle. 6th. rev. edit. National Academy Press. U.S.A. (1988).
30. Piper E.L. and Spears, J.W.: Influence of copper and zinc supplementation on mineral status, growth and reproduction performance of heifers. J. Anim. Sci., 55(suppl.1): 319. (1982).
31. Pugh, D.G., Elmore, R.G., and Hembree, T.R.: A review of the relationship between mineral nutrition and reproduction in cattle. Bov. Pract., 20: 10-13. (1985),
32. Rode. L.M., Coolter, G.H., Mears, G.J. and Lawson, J.E.: Biological constraints to ruminal production. Can. J. Anim. Sci., 66: 859-875. (1986).
33. Rojas, M.A., Dyer, J.A., and Cassat, W.A.: Manganese deficiency in the bovine. J. Anim. Sci., 24: 664-667. (1965).
34. Serrano, O.E.: Evaluación del contenido mineral en las fases del ciclo estrol en vaquillas bajo sistema de confinamiento. Tesis de licenciatura. Facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia. U.N.A.M. (1987).
35. Steel, R.G.D. and Torrie, J.H.: Principles and procedures of statistics. 2nd. ed. Mc Grow Hill Kogakuska LTD. Japan. (1980).
36. Underwood, D.J.: Trace elements in human and animal nutrition. 4th. ed. Academic Press. England (1977).
37. Underwood, J.J.: Los minerales en la nutrición del ganado. 2a.ed. Acribia. España. (1983).
38. Valencia, J.: Infertilidad en la hembra. Síndromes de anestro y repetición del servicio. en: Reproducción de animales domésticos, editado por: Galina, C., Saltiel, A., Valencia, J., Becerril, J., Bustamante, G., Calderón, A., Duchateau, A., Fernández, S., Olguín, A., Páramo, R., y Zarco, L. p.267-282. LIMUSA. México. (1986).

39. Weaver, L.D.: Evaluation of reproductive performance in dairy herds. Comp. cont. educ. vet. pract., 8:s249-s253. (1986).
40. Wilson, J.G.: Bovine functional infertility in Devon and Cornwall: response to manganese therapy. Vet. rec., 79: 562-566. (1966).

CUADRO 1.

RANGO DEL CONTENIDO NORMAL DE LOS MINERALES
ENCONTRADOS EN MAYORES CANTIDADES EN EL CUERPO
DE LOS ANIMALES DOMESTICOS, EN (%).

<u>ELEMENTO MINERAL.</u>	<u>(%) DEL PESO CORPORAL.</u>
CALCIO.	1.- 9.
FOSFORO, SODIO, CLORO, POTASIO Y AZUFRE.	0.1 - 0.9
MAGNESIO.	0.01 - 0.09
HIERRO, COBRE, CINC, MOLIBDENO Y FLUOR.	0.001 - 0.009
MANGANESO, YODO, PLOMO Y SILICIO.	0.0001 - 0.0009
CADMIO.	0.00001 - 0.00009
SELENIO, COBALTO, VANADIO, CROMO, ARSENICO, NIQUEL Y ESTAÑO.	0.000001 - 0.000009

Adaptado de: Georgievskii, 1982 (12).

CUADRO 2.

CONTENIDO DIETARIO EN QUE SE CUBRE EL
REQUERIMIENTO DE LOS MINERALES ESCENCIALES DE
INTERES PRACTICO EN LOS BOVINOS, EN
(%) DE LA MATERIA SECA.

<u>ELEMENTO MINERAL.</u>	<u>(%) DE LA M.S.</u>
CALCIO, FOSFORO, POTASIO, CLORO, SODIO Y MAGNESIO.	0.2 - 0.8
SODIO.	0.1 - 0.19
COBRE, MANGANESO Y CINC.	0.001 - 0.005
COBALTO, SELENIO Y YODO.	0.00001 - 0.00006

Adaptado de: N.R.C., 1988. (29).

CUADRO 3.

SUPLEMENTACION DE COBRE, MANGANESO Y CINCO. NIVELES Y COMBINACIONES EN CADA TRATAMIENTO.			
TRATAMIENTO.	COBRE a.	MANGANESO b. (PPM)	CINCO c.
1.	10.	40.	0
2.	20.	80.	0
3.	0	40.	40.
4.	0	80.	80.
5.	10.	0	40.
6.	20.	0	80.
CONTROL.	0	0	0

a. con 10 ppm de cobre se cubre el requerimiento.

b. con 40 ppm de manganeso se cubre el requerimiento.

c. con 40 ppm de cinc se cubre el requerimiento.

CUADRO No. 4.

CONSUMO DE ALIMENTO "COMO SE DA", Y CONSUMO ESTIMADO DE MATERIA SECA POR VAQUILLA, DURANTE LA FASE EXPERIMENTAL, EN (kg).							
ALIMENTO.	ESTIMACION DEL CONTENIDO DE MATERIA SECA a.	SUMINISTRO "COMO SE DA"/POR ANIMAL AL DIA. PROMEDIO MENSUAL EN (kg).					
		JUNIO.	JULIO.	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE.
ALFALFA, HENO	88.0	2.023	2.18	2.212	2.799	3.279	3.599
ALFALFA, CORTE	20.0	5.146	6.10	4.794	6.399	2.509	-----
MAIZ ENSILADO.	30.0	7.199	7.30	8.112	5.269	7.061	7.410
CONCENTRADO.	90.0	3.675	3.30	2.898	2.958	4.073	4.158
MAGNAPHOSCAL.	100.0	0.044	0.031	-----	-----	0.041	0.042
SAL COMUN.	100.0	-----	-----	-----	-----	0.018	-----
CONSUMO DE MATERIA SECA/ANIMAL/DIA. ESTIMACION MENSUAL EN (kg).		8.32	8.33	7.95	7.98	9.23	9.17
a. CORRESPONDE A CONTENIDOS DE MATERIA SECA COMUNMENTE ENCONTRADOS EN ESTE TIPO DE ALIMENTOS, SEGUN: N.R.C., 1978 (28); N.R.C., 1988 (29).							

CUADRO 5.

CONTENIDO DE CALCIO, FOSFORO, COBRE, MANGANESO, CINC Y MOLIBDENO EN ALIMENTOS MUESTREADOS EN LA ETAPA DE DESARROLLO II DEL CENTRO DE RECRIA DE TIZAYUCA, DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL.						
ALIMENTO MES.	CALCIO FOSFORO		COBRE MANGANESO CINC MOLIBDENO			
	(%)		(PPM)			
ALFALFA, HENO						
JULIO	1.87	0.56	11.7	31.2	23.7	10.5
AGOSTO	2.34	0.61	13.5	42.7	24.7	8.2
SEPTIEMBRE	2.28	0.52	13.7	36.7	21.2	5.7
OCTUBRE	2.25	0.38	11.5	19.7	27.7	4.5
NOVIEMBRE	2.37	0.60	16.5	53.7	20.7	6.7
PROMEDIO	2.22	0.53	13.4	36.8	23.6	7.1
ALF. CORTE *						
JULIO	2.34	0.91	10.2	58.0	31.0	12.0
AGOSTO	2.89	1.03	11.5	71.5	38.5	19.0
SEPTIEMBRE	1.88	1.01	10.7	57.0	43.0	19.2
OCTUBRE	2.30	1.06	9.7	69.0	35.2	19.0
PROMEDIO	2.35	1.00	10.56	63.8	36.9	17.3
MAIZ ENSIL.						
JULIO	0.51	0.50	13.2	21.7	31.0	14.7
AGOSTO	0.41	0.44	10.2	23.5	31.5	10.5
SEPTIEMBRE	0.48	0.53	10.5	26.2	21.5	10.7
OCTUBRE	0.42	0.52	4.5	43.5	19.7	7.2
NOVIEMBRE	0.41	0.51	7.7	22.0	20.7	7.0
PROMEDIO	0.44	0.50	9.2	27.4	24.9	10.0
CONCENTRADO						
JULIO	0.70	1.14	10.7	34.2	40.7	11.0
AGOSTO	0.68	1.22	11.2	34.5	57.0	15.5
SEPTIEMBRE	0.70	1.03	8.7	30.0	59.0	9.7
OCTUBRE	0.96	1.10	15.5	31.0	42.2	7.5
NOVIEMBRE	0.80	1.03	7.0	32.5	33.7	7.2
PROMEDIO	0.76	1.10	10.6	32.4	46.5	10.2

* DEJO DE SUMUNISTRARSE EL 17 DE OCTUBRE DE 1989.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CUADRO 6.

CONTENIDO MINERAL DE LA SAL COMERCIAL.	
ELEMENTO MINERAL.	CONCENTRACION.
CALCIO.....	10.48 (%)
FOSFORO.....	16.70 (%)
MAGNESIO.....	3.30 (%)
COBALTO.....	8.5 (ppm)
HIERRO.....	1649.5 (ppm)
COBRE.....	23.0 (ppm)
MANGANESO.....	77.0 (ppm)
CINC.....	100.0 (ppm)
PLOMO.....	1.0 (ppm)
CADMIO.....	N.D.
CROMO.....	N.D.

(%) . PORCENTAJE.
(ppm) . PARTES POR MILLON.
N.D. . NO DETECTABLE.

ANALIZADO EN EL LABORATORIO DE ANALISIS
ESPECIALES DEL DEPTO. DE NUTRICION
ANIMAL Y BIOQUIMICA DE LA F.M.V. Y Z.
U.N.A.M.

CUADRO 7.

CONTENIDO DE CALCIO, FOSFORO, COBRE, MOLIBDENO, MANGANEBO Y CINC EN LA RACION DURANTE LA FASE EXPERIMENTAL. (CONCENTRACIONES DE LA MATERIA SECA).					
MINERAL.	PROMEDIO MENSUAL.				
	JULIO.	AGOSTO.	SEPTIEMBRE.	OCTUBRE.	NOVIEMBRE.
CALCIO (%) .	1.15	1.27	1.33	1.35	1.29
FOSFORO (%) .	0.80	0.80	0.77	0.80	0.82
COBRE (PPM). .	10.8	10.8	11.2	11.1	11.2
MOLIBDENO (PPM). .	10.4	10.2	12.3	9.5	9.0
MANGANEBO (PPM). .	36.6	35.7	37.8	34.1	32.6
CINC (PPM). .	34.0	33.2	33.7	33.6	33.3

CALCULADO CON LA INFORMACION PRESENTADA EN LOS CUADROS: 4, 5 Y 6.

CUADRO No. 8.

CANTIDAD ASIGNADA (g) DE LAS FUENTES MINERALES AL DIA POR VAQUILLA, Y COSTO DIARIO POR VAQUILLA, EN CADA TRATAMIENTO.				
TRATAMIENTO	COBRE a.	MANGANESO b.	CINC c.	COSTO EN PESOS.
	(g)			
1.	0.33	1.02	0	3.18
2.	0.66	2.04	0	6.36
3.	0	1.02	0.92	3.64
4.	0	2.04	1.84	7.28
5.	0.33	0	0.92	3.18
6.	0.66	0	1.84	6.36

a. Sulfato de cobre pentahidratado, 25% de cobre.
 b. Sulfato de manganeso monohidratado, 32.5% de manganeso.
 c. Sulfato de cinc monohidratado, 36% de cinc.

CUADRO 9.

NIVEL SUPLEMENTADO DE COBRE, MANGANESO Y/O CINC POR VAQUILLA EN CADA TRATAMIENTO, EN PPM DE LA MATERIA SECA DURANTE LA FASE EXPERIMENTAL.

TRATAMIENTO.	MINERAL.	PROMEDIO MENSUAL DEL NIVEL SUPLEMENTADO POR VAQUILLA AL DIA.				
		JULIO.	AGOSTO.	SEPTIEMBRE.	OCTUBRE.	NOVIEMBRE.
1.	COBRE.	9.99	10.47	10.43	9.01	9.08
	MANGANESO.	39.95	41.86	41.70	36.0	36.30
2.	COBRE.	19.98	20.94	20.86	18.04	18.15
	MANGANESO.	79.9	83.72	83.40	72.11	72.58
3.	MANGANESO.	39.95	41.86	41.70	36.05	36.29
	CINC.	39.93	41.84	41.68	36.04	36.27
4.	MANGANESO.	79.9	83.72	83.40	72.11	72.58
	CINC.	79.86	83.68	83.36	72.07	72.50
5.	COBRE.	9.98	10.45	10.42	9.0	9.08
	CINC.	39.8	41.85	41.7	36.04	36.3
6.	COBRE.	20.01	10.9	20.87	18.05	18.17
	CINC.	79.84	83.71	83.31	72.04	72.54

CALCULADO CON LA INFORMACION PRESENTADA EN LOS CUADROS 4 Y 8.

CUADRO 10.

VAQUILLAS QUE RECIBIERON LA PRIMERA INSEMINACION ARTIFICIAL, VAQUILLAS QUE RESULTARON GESTANTES, Y TASA DE CONCEPCION (%) A PRIMER SERVICIO EN CADA TRATAMIENTO.			
TRATAMIENTO.	NUMERO DE VAQUILLAS INSEMINADAS	NUMERO DE VAQUILLAS GESTANTES	TASA DE CONCEPCION (%) A PRIMER SERVICIO.
1.	78.	56.	71.7
2.	62.	40.	64.5
3.	52.	37.	71.1
4.	55.	41.	74.5
5.	62.	38.	61.2
6.	57.	40.	70.1
CONTROL.	111.	70.	63.0
NO EXISTE DIFERENCIA ESTADISTICAMENTE SIGNIFICATIVA ($P > 0.05$) ENTRE LOS TRATAMIENTOS, ANALIZADO POR EL METODO DE JI-CUADRADA, SEGUN STEEL AND TORRIE (35).			

CUADRO 11.

PESO PROMEDIO AL MOMENTO DE LA PRIMERA INSEMINACION ARTIFICIAL, DE ACUERDO AL RESULTADO (Gestante o No Gestante), POR PERIODOS DE 21 DIAS.						
TRATAMIENTO	CRITERIO	PERIODOS.				
		A	B	C	D	E
1.	G.	345.7	340.0	342.0	339.1	-----
	NG.	340.2	338.5	346.0	325.5	355.2
2.	G.	353.6	339.6	344.1	346.2	336.2
	NG.	350.6	362.0	350.0	335.3	349.6
3.	G.	350.4	360.5	331.6	348.6	-----
	NG.	320.0	336.0	341.4	347.0	-----
4.	G.	343.1	346.0	328.4	342.0	334.0
	NG.	333.0	345.2	337.2	360.0	352.0
5.	G.	349.3	342.5	340.6	344.0	343.0
	NG.	351.2	348.3	347.4	361.5	357.0
6.	G.	355.2	362.0	345.7	332.4	344.0
	NG.	371.0	-----	353.8	331.0	340.0
CONTROL.	G.	345.7	346.0	348.2	344.4	344.2
	NG.	346.6	347.9	334.3	342.1	336.8
CRITERIO.	G: Gestante.		NG: No Gestante.			

CUADRO 12.

PROMEDIO DE EDAD EN CADA TRATAMIENTO AL MOMENTO DE LA PRIMERA INSEMINACION ARTIFICIAL, DE ACUERDO AL RESULTADO DE ESTA (Gestante o No Gestante).						
TRATAMIENTO.	CRITERIO.	PERIODO.				
		A.	B.	C.	D.	E.
1.	G.	13.4	13.9	14.6	15.0	----
	NG.	13.2	14.0	15.0	14.5	17.0
2.	G.	14.3	14.0	15.1	15.2	16.1
	NG.	15.0	14.5	15.5	16.5	16.0
3.	G.	13.9	14.3	15.0	15.7	----
	NG.	15.0	14.3	15.0	16.0	----
4.	G.	13.9	15.0	15.3	15.6	16.0
	NG.	13.5	15.0	15.0	16.0	16.0
5.	G.	13.6	14.7	15.7	15.8	16.2
	NG.	14.7	13.6	15.0	15.5	16.0
6.	G.	13.2	14.0	14.5	15.4	15.0
	NG.	16.0	----	14.9	15.0	15.5
CONTROL.	G.	14.8	15.0	15.3	15.9	16.5
	NG.	14.5	15.0	15.5	15.4	16.6
CRITERIO.		G: Gestante.		NG: No Gestante.		