



EFFECTO DE LOS MINERALES TRAZA EN ASPECTOS PRODUCTIVOS EN BOVINOS

M.P. Boland

Facultad de Agricultura, Colegio Universitario de
Dublín, Belfield, Dublin4, Irlanda.
E-Mail: Maurice.Boland@ucd.ie

RESUMEN

La producción lechera ha aumentado mientras que la fertilidad en vacas lecheras ha declinado significativamente en los pasados 50 años. Factores nutricionales han contribuido a este aumento de la productividad son bien comprendidos, mientras que los factores que controlan la salud del folículo y del ovocito están pobremente entendidos. Los minerales traza juegan un rol significativo en muchos aspectos de la producción, incluyendo la salud de la glándula mamaria, laminitis, y fertilidad. El mejoramiento en la actividad reproductiva en machos y hembras han sido asociados con la suplementación de minerales, particularmente cuando se suministran en su estado orgánico.

INTRODUCCIÓN

Los cambios de rumbo en producción animal requieren que el propietario/ productor se conviertan en más eficientes en todos los aspectos del ciclo productivo. Grandes contribuciones al retorno económico incluyen el manejo reproductivo y nutricional del rebaño. Mientras que ambos temas son importantes por derecho propio, datos recientes indican interrelaciones substanciales entre ellos. Para mantener altas producciones de leche, las vacas deberían dar nacimiento a un ternero en el menor intervalo posible, esto significa que existe un esquema muy ajustado, si tomamos en cuenta la involución uterina posparto, el anestro, y la duración de la preñez. El tiempo para servir nuevamente una vaca puede coincidir con altas producciones de leche y posiblemente con un período de balance energético negativo. Este estrés nutricional puede afectar el sistema reproductivo y puede manifestarse como un retraso en el retorno a la ciclicidad y fallas en los servicios. Para estabilizar la preñez se requiere una serie de señales coordinadas que involucran el cerebro, los ovarios y el útero, los cuales pueden estar influenciados nutricionalmente por macro- y micro-nutrientes. La producción eficiente de animales domésticos requiere que los nutrientes esenciales sean provistos en cantidades apropiadas y en la forma más biológicamente útil.

La relación entre nutrición y reproducción en rumiantes es compleja y frecuentemente variable. Sin embargo, la provisión de nutrientes es un componente del sistema de manejo que está bajo el control del productor y necesita estar cuidadosamente evaluada. Los requerimientos nutricionales para sostener el crecimiento folicular, la ovulación, y la preñez temprana son extremadamente bajos (menos de 3 megajoules/día) comparado con aquellos de mantenimiento y producción (60-140 megajoules/día). Sin embargo, en el caso de vacas lecheras, la nutrición inadecuada en el corto plazo, o como una consecuencia de un período prolongado de depleción de reservas corporales durante la lactación temprana,

puede tener un efecto deletéreo significativo en el retorno de la actividad ovárica posparto, la tasa de concepción y la fertilidad. Lo que es más, los efectos negativos de la nutrición alrededor de la preñez son evidentes. En vacas, el grado del déficit energético durante la primera semana posparto está estrechamente relacionado al intervalo al primer celo, y otros indicadores de la reproducción como la tasa de concepción y el intervalo parto-concepción. Además de esto, existen grandes diferencias en el balance energético negativo (BEN) entre vacas y es más severo a partir del 3er parto, o en vacas más viejas, que en vacas de primer parto (5).

Factores de la dieta pueden afectar la reproducción influenciando al animal al nivel del hipotálamo y la hipófisis, el ovario y el útero. La ovulación ocurre siguiendo un proceso claramente definido de crecimiento folicular y la maduración del oocito. Mientras que los estadios iniciales del crecimiento folicular son independientes de las gonadotropinas, la FSH y LH son requeridas para que el folículo proceda a un estadio ovulatorio y últimamente para permitir la ocurrencia de la meiosis del oocito y la ovulación. Entre ovulaciones, existen ondas foliculares recurrentes de crecimiento y regresión. La regulación de estas ondas es controlada por una interacción entre secreciones hipofisarias de LH y FSH, hormonas de origen ovárico (las más importantes de todas son el 17-B-estradiol, la progesterona y la inhibina), y factores de crecimiento como la IGF-1 y la prostaglandina F2d. Mientras que diferencias menores existen en la regresión folicular entre ovejas y vacas, los mecanismos fisiológicos son generalmente similares. Los procesos fisiológicos responsables de la emergencia folicular, dominancia, atresia y la ovulación ahora son bien comprendidos; mientras no es bien conocido el efecto de la nutrición y de suplementación de minerales traza en los parámetros productivos y reproductivos.

El patrón de folículo génesis es una serie de eventos fisiológicos que involucran células germinativas y somáticas en el crecimiento, diferenciación, maduración y atresia u ovulación del folículo dominante (DF) (25). Posterior a la parición, hay una supresión temporaria de la regresión del folículo dominante (DF) que normalmente ocurre durante otros estadios fisiológicos en la vaca como durante el ciclo estral, previamente a la pubertad o durante la preñez temprana (24). Roche & Diskin (25) indican que hay 2 fases endocrinas para el retorno del ciclo estral posparto. El patrón de emergencia, selección, y dominancia de los folículos ha sido establecido en vacas lecheras y en vacas de carne lactando (27, 20). Por su rol en el sistema endocrino y en la integridad de los tejidos, los minerales pueden tener un efecto beneficioso que jugar en el retorno a la actividad folicular y la fertilidad en vacas lecheras.

GENÉTICA Y REPRODUCCIÓN

Como la capacidad genética de producir leche ha sido aumentada en las vacas a lo largo del tiempo, ha habido una tendencia a decrecer en fertilidad (17; 26). Ha habido esfuerzos para alimentar con altos niveles de proteína cruda para aumentar la producción lechera, pero esto puede estar asociado con una disminución en la fer-



tilidad (3). Desbalances entre la disponibilidad de proteína y energía puede afectar la eficiencia del metabolismo y el nivel energético. Algunos reportes indican el uso de lípidos protegidos de la hidrólisis en el rúmen con el fin de reducir el intervalo posparto. Sin embargo, estos tratamientos han sido frecuentemente asociados con una reducción en la supervivencia del embrión, debido posiblemente a un exceso de producción de estrógeno por aumento del crecimiento folicular (15).

La eficiencia reproductiva y la mortalidad embrionaria han sido ampliamente estudiadas en vaquillonas (23), vacas lecheras (13) y vacas de carne (30). Las tasa de pérdida embrionaria del orden de un 40% a 50 % contribuyen a una ineficiencia económica en producción lechera y deberán ser buscadas maneras de corregir esto.

Minerales

Los minerales son esenciales para el crecimiento y reproducción y están involucrados en un gran número de procesos digestivos, fisiológicos y biosintéticos del cuerpo (4). La función más obvia es como componentes de órganos corporales y tejidos y de proveer de soporte estructural. Lo que es más, actúan como electrolitos, como constituyentes de líquidos corporales y como catalizadores en sistemas enzimáticos y hormonales. Por ende, cumplen muchas funciones importantes de mantenimiento, crecimiento y reproducción así como de nivel sanitario (31).

Un adecuado manejo del rodeo debería ser diseñado para optimizar la producción de productos de la más alta calidad, así como para minimizar los efectos adversos en la salud y el bienestar animal (8). En ganado lechero dos metas claves son una nutrición adecuada y una adecuada sanidad de ubre para producir leche de calidad. Datos recientes indican que los micro nutrientes estimulan la producción de leche de calidad. El potencial de los minerales para jugar un rol significativo en la fertilidad del rebaño es indiscutible. Los elementos minerales que son de particular importancia están clasificados como mayores (calcio, fósforo, potasio, sodio, cloro, azufre y magnesio) y los elementos traza (hierro, yodo, cobre, manganeso, zinc, cobalto, molibdeno, y selenio). Los minerales que afectan la reproducción en el ganado son generalmente encontrados entre los minerales traza, aunque algunas deficiencias de calcio y fósforo pueden también afectar la fertilidad. Los minerales orgánicos tienen un rol beneficioso en el retorno al crecimiento folicular y la fertilidad en vacas lecheras. Reemplazando el selenito de sodio con selenio orgánico reduce en menores servicios por concepción en un estudio utilizando sobre 1800 vacas (16). El uso de cromo orgánico comparado con el inorgánico, ha demostrado que activa la supervivencia en ratas y el peso de la camada de suinos (14). Problemas reproductivos son frecuentes en asociación con deficiencias de los minerales traza, particularmente de cobre, selenio y magnesio.

La llave de la eficacia de una suplementación mineral no es necesariamente su disponibilidad biológica, sino, su actividad biológica (16). Se ha demostrado que los minerales orgánicos poseen diversos beneficios en rumiantes y monogástricos. Todavía hay diferencias a discernir entre minerales quelados, minerales proteínicos y otros complejos minerales orgánicos. Minerales proteínicos pueden posiblemente mejorar la reproducción de la hembra mediante un aumento en la fertilidad, menor mortalidad embrionaria, mejorar el ambiente ute-

rino y o aumentar la intensidad del comportamiento del estro.

La importancia del cobre (Cu) como un elemento traza esencial ha sido reconocida desde hace 70 años, con el descubrimiento reciente que el cobre es necesario para la síntesis normal de hemoglobina en ratones y conejos jóvenes. Desde ese tiempo ha sido establecida la importancia del cobre para el crecimiento normal, producción y performance reproductiva. El rol biológico del cobre se manifiesta mediante un número de proteínas que contienen cobre, incluyendo ceruloplasmina, y superoxidodismutasa (SOD) (22). Cuando el cobre es inadecuado en animales, pueden estar comprometidas las funciones fisiológicas y metabólicas relacionadas a Cu-enzimas y, pudiéndose manifestar síntomas durante la deficiencia clínica. Aunque un contenido bajo de cobre en la dieta es una causa común de deficiencia de cobre, una reducida biodisponibilidad de cobre en rumiantes puede ocurrir cuando el contenido de azufre, molibdeno, zinc, y hierro son altos (11).

La deficiencia de zinc en rumiantes se ha demostrado que debilita la piel y otros estratos del epitelio además de reducir la magnitud del metabolismo basal, seguido de un desafío infeccioso (8). Zinc es un cofactor de muchas proteínas y enzimas involucradas en la respuesta infecciosa e inflamatoria en su fase aguda (21). Mientras que la glándula mamaria es una glándula epitelial, es muy probable que el zinc juegue un rol positivo en su protección. La integridad de la piel de la teta se ha demostrado que está especialmente ligada a la prevención de mastitis. Kellogg (12) reportó que el zinc quelado disminuye el conteo de células somáticas en un 22 a 50 % en 8 ensayos, dependiendo de la dosis del zinc utilizado y el aumento en la producción de leche. La integridad celular puede estar involucrada también. La unión queratínica del canal de la teta ha sido descrita como una barrera química y física para la protección de la glándula mamaria. La capa queratínica puede atrapar físicamente una bacteria y prevenir su migración a la glándula mamaria. Muchos estudios en esta área se han centrado en la reducción de las células somáticas durante la suplementación con zinc orgánico ya que este es más disponible para rumiantes que la forma inorgánica (Harmon, 1998). La suplementación con zinc BIOPLEX (Alltech) disminuyó la incidencia de nuevas infecciones intra mamarías (28).

El zinc activa muchos sistemas enzimáticos y es un componente de muchas metaloenzimas. Juega un rol vital en la secreción hormonal, especialmente relacionada al crecimiento, reproducción, inmunocompetencia y estrés. El zinc está también involucrado en la generación de queratina y acido nucleico epitelial además de la síntesis de colágeno. Es esencial para la integridad del sistema inmune, el intercambio catión-anión (y por ende el balance hídrico) además de la manutención de la concentración normal de vitamina A en plasma y la función ovárica. Muchos animales, por ende, requieren la suplementación con zinc en la dieta para la función corporal normal, porque o son bajos niveles en los ingredientes de aquella o existe la presencia de factores antagonistas que disminuyen la biodisponibilidad de este elemento. (1).

El manganeso (Mn) está involucrado en la actividad de muchos sistemas enzimáticos incluyendo las hidrolasas, kinasas, decarboxilasas y transferasas además de las enzimas que contienen hierro que requieren



el Mn para su actividad, por ende está involucrado en el metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas. También se necesita para el crecimiento de los huesos y la manutención del tejido conectivo y óseo. El Mn también juega un rol en la reproducción y en la función inmunológica. En cerdos, una deficiencia de Mn redundaría en un crecimiento anormal del esqueleto, aumento de la deposición grasa, problemas reproductivos y una baja en la producción de leche.

El Selenio (Se) es un semi metal que es muy similar al azufre en sus propiedades químicas. Es un constituyente esencial del sistema enzimático glutatiónico; y una deficiencia de selenio puede dejar a las células vulnerables a la oxidación y aumentar los requerimientos de vitamina E. Ha sido, por lo tanto, generalmente suplementado en la dieta para toda clase de cerdos como fuente inorgánica de Se, como lo es el selenito de sodio. Sin embargo recientes estudios sugieren que el selenio orgánico es más disponible y más efectivo que el inorgánico en cumplir con los requerimientos (120% a 150% más disponible que el selenio de sodio). En cachorras de primer parto el almacenaje de selenio en los tejidos fue sustancialmente más alto entre el selenio orgánico (SELPLEX 50) que el selenio inorgánico (18).

EFFECTO DE LOS MINERALES ORGÁNICOS EN LA SALUD DE LA GLÁNDULA Y LA REPRODUCCIÓN

Tradicionalmente, sales inorgánicas como los óxidos, sulfatos, y carbonatos han sido adicionados a la dieta para proveer de la cantidad deseada para cumplir con los requerimientos del animal. Estas son partidas en distintos grados durante la digestión para "liberar" iones y luego ser absorbidas. Sin embargo, puede formar complejos con otras moléculas de la dieta, y no estar disponibles para el animal. Por ende, la disponibilidad de los elementos puede variar sustancialmente. A causa de estos problemas, los niveles provistos en la dieta, son frecuentemente más

altos que el mínimo requerido para una performance óptima, resultando frecuentemente en una sobreoferta y un gasto innecesario con el obvio impacto ambiental.

Muchas sales existen en la naturaleza como proteínatos y quelatos. Los quelatos pueden utilizar péptidos o aminoácidos como caminos metabólicos, más que el normal camino iónico en el intestino delgado. Esto previene la competencia entre minerales por el mismo camino metabólico. No sólo su biodisponibilidad es por ende mayor, sino que estas formas minerales son transportadas más rápidamente aumentando su absorción intestinal. Ellas son más estables y son protegidas bioquímicamente de reacciones adversas con otros compuestos de la dieta que puedan reducir su tasa de absorción. También se piensa que pueden actuar específicamente sobre un órgano blanco, tejido o función corporal.

La mastitis es un desafío significativo para todos los productores. Factores nutricionales relacionados con el nivel de inmunidad incluyen la relación proteína / energía, minerales traza y vitaminas (28). Un extenso estudio demuestra que el Selenio y la vitamina E tienen un rol crítico en proteger al cuerpo de la infección (6). La vitamina E tiene un rol importante en proteger la membrana celular del daño oxidativo, mientras que el selenio es un componente de la enzima glutatión peroxidasa, que protege a la célula de daño interno cuando se combate a una infección. La suplementación con Se, aumenta la resistencia de las SCC para infusiones intra mamarias de E. coli. Erskine et al. (6) hallaron concentraciones bajas de Se en sangre en vacas con SCC alto comparadas a aquellas con bajo SCC.

Estudios en la Universidad de Kentucky intentaron dilucidar el rol del Cu en la inflamación e infección de la glándula mamaria (9). Vaquillonas Holando fueron asignadas a 2 tratamientos nutricionales (+ Cu y - Cu) de 84 días preparto a 105 días de lactación. Los niveles hepáticos de Cu en los Cu+ y Cu- fueron de 209 y 14 ppm al parto y 474 y 20 ppm al día 105 posparto. Sin embargo, el Cu plasmático en ambos grupos de vaquillonas estaba dentro del rango normal. La vacas Cu+ tuvieron más cuartos sin afectarse (60%) que aquellas Cu- (36%) al parto (Tabla 1).

Tabla 1. Efecto del tratamiento preparto con Cu y concentración hepática:

	+ Cu	- Cu
Cu hepático al parto ppm	209	14
Cu hepático al 105 pp ppm	474	20
Cuartos sanos al parto	60 %	36 %

Muchos estudios han demostrado la reducción de las SCC en vacas lecheras que fueron suplementadas con proteínatos minerales. Está bien establecido que el cobre interactúa con el hierro y el zinc además de otros elementos. Altos niveles de zinc o hierro pueden crear una deficiencia de Cu y a la inversa también. El rol del Cu en la respuesta inmune está bien establecido. Ganado sin síntomas visibles de deficiencia de cobre puede reducir la actividad de la superóxido dismutasa y reducir la capacidad inmune de eliminar al *Staphylococcus aureus*, un patógeno primario de la mastitis. Estudios posteriores se han concentrado en utilizar proteínatos para reducir o eliminar la competencia con los otros elementos. Los resultados indican que el proteínato de Cobre puede ser absorbido en la forma orgánica y transportado por sangre sin unirse a la celuloplasma, que es el sistema de transporte primario cuando el Cu inorgánico actúa como nutricional.

Harris (1995) reportaron resultados de un ensayo

de 90 días en que un grupo de vacas recibe una ración mezclada total (TMR) suplementada con 400 mg de zinc por vaca por día como Bioplex zinc y un grupo control fue racionada normalmente con un TMR. El total de SCC del grupo zinc descendió un 24% y en el SCC grupo control aumentó un 36%. SCC fue un 57% menor en el grupo suplementado al final del ensayo.

Nosotros llevamos a cabo un grupo de ensayos examinando los efectos de los minerales orgánicos en la producción y la reproducción en vacas lecheras. En el experimento 1, 49 vacas Holando Friesan fueron seleccionadas 2 semanas preparto y fueron agrupadas en base de: (i) Fecha de parto, (ii) parición (iii) producción lechera y cada par fue alojado al azar para el grupo control o el suplementado con Bioplex (100mg Cu, 300mg Zn, 2mg Se). Las vacas se alojaron y se les aportó silo de pradera con un aproximado de 70 % de materia seca, ad libitum. También se le suministró 3.2 kg de concentrado por día. No hubo efecto del tratamiento con bioplex en la produc-



ción lechera o en su composición, pero hubo una disminución significativa en el conteo de células somáticas de un 40%. El Bioplex Dairy fue suministrado 4 semanas antes al comienzo del conteo de células somáticas y por ende las vacas no fueron seleccionadas por conteo celular al tiempo del tratamiento. Las vacas tratadas con Bioplex Dairy no tuvieron una reducción significativa en los días a la emergencia del folículo dominante (7,8 vs. 9,3) y a la primer ovulación (20,4 vs. 25,3). La tasa de concepción al primer servicio fue satisfactoria para ambos grupos más alta en el grupo tratamiento (65 vs 58 %). Resultados de esto indican que los tratamientos con Bioplex pueden tener un efecto positivo en la reproducción de las vacas lecheras. El status mineral fue determinado en sangre tomada de vacas al día 0, 35 y 70 del comienzo del tratamiento indicando un status mineral normal en las vacas de este grupo que sugiere que Bioplex tiene un efecto beneficioso en vacas que tienen concentraciones minerales normales en sangre.

A causa de que las vacas no fueron balanceadas por conteo de células somáticas al comienzo del tratamiento, un segundo ensayo fue hecho en 46 vacas Friesian que fueron pareadas sobre la base de la parición y al conteo de células somáticas además de la producción lechera en la lactancia actual. Las vacas fueron asignadas al azar entre pares a los siguientes tratamientos: 1) Control 2) 10gr de Bioplex minerales-De-Odorase (100mg de Cu, 300mg Zn, 300mg Mn, 2Mg Se, 1,5gr De-Odorase) por 84 días. No hubo diferencias significativas entre tratamientos en producción lechera. Cuando el pareado de vacas es incluido en un modelo estadístico la producción promedio de leche fue ajustada por diferencias en la producción en el día 0 entre vacas en cada bloque con un promedio 1,08+-0,7kg/día más en las vacas tratadas que en las del grupo Control (P<0,06). La producción total de leche en los 84 días fue más alta en las vacas tratadas con el suplemento mineral (tabla 2).

Tabla 2: Efecto del Bioplex (Cu, Zn, Mn, Se) en la producción lechera y calidad seguida al tratamiento por 12 semanas (2).

	Control	Bioplex	Valor P
Número de vacas	23	23	
Prod. diaria, kg	21.3+1.2	24.7+1.1	0.05
Prod. sobre 84d.	1786	2074	0.05
Grasa Total, kg	73.3+4.2	79.3+3.4	0.27
Proteína Total, kg	57.3+2.8	64.5+2.7	0.07
Lactosa Total, kg	82.3+4.8	96.9+4.7	0.03
CSSmed./ml(x1000)	86	56	

Quando el pareado original de vacas es considerado en el análisis, la producción total de leche fue de las vacas tratadas mayor a 285+-101kg más al día 84 que en el grupo Control (p<0,005). La diferencia en el conteo

de células entre las vacas tratadas progresó tanto, que en las 9 a 12 semanas hubo un 52% de diferencia en total y un 38% de diferencia en la media del conteo de células somáticas (tabla 3).

Tabla 3. Reducción células somáticas en asociación con minerales orgánicos.

Minerales	Dosis (mg)	Reducción en CSC	Referencias
Zn	400	-40%	10
Cu	100		
Zn	300	-45%	2
Se	2		
Cu	100	-35% wk 0-12	
Zn	300	-52% wk 9-12	2
Se	2		

EL CONTRATO DE 100 DÍAS.

El "contrato de 100 días" en las vacas lecheras comienza 30 días preparto y continúa 70 días post parto (29). Esto incluye en crecimiento final del ternero en el útero, el nacimiento de un ternero sano, una vaca sana durante el período de máxima productividad, una pérdida controlada del estado corporal y una óptima fertilidad

al primer servicio. Markusfeld (19) describió un número de enfermedades metabólicas alrededor del parto como un complejo de enfermedades del parto, que están estrechamente interrelacionadas. Una vaca sufriendo de fiebre de la leche tiene un alto riesgo de retener la placenta, tener desplazamiento del abomaso y/o cetosis. La incidencia de algunas de estas enfermedades del complejo al parto fueron reportadas en un rodeo numeroso en New York State (tabla 4).

Tabla 4. Incidencia Lactacional del complejo de enfermedad posparto en el complejo de vacas lecheras (7).

Desorden	Riesgo %	Día promedio Ocurrencia
Retención de placenta	7.4	1
Metritis	7.6	11
Quiste ovárico	9.1	97
Fiebre de la leche	1.6	1
Cetosis	4.6	8
Desplazamiento abomaso	6.3	11
Mastitis	9.7	59

Como lo muestra la tabla muchas de estas enfermedades ocurren durante el período inmediatamente post parto. Sin embargo, estos desórdenes tienen un impacto en producción y reproducción durante toda la lactación. Estos desórdenes interrumpen el momento metabólico de la vaca hacia una alta producción y también tienen un efecto negativo sobre la reproducción. El balance energético y de proteínas son críticos para alcanzar la máxima producción y reproducción. Los micro nutrientes, incluyendo minerales y vitaminas son importantes para alcanzar la producción óptima. Muchos minerales y vitaminas liposolubles han sido asociados a una performance reproductiva. De los macro minerales, la relación calcio-fósforo y el consumo total de minerales son importantes en prevenir la fiebre de la leche al parto. Vacas sufriendo de fiebre de la leche son más propensas a retener las membranas fetales, que sufran prolapsos de útero y metritis. Por ende las vacas secas y su nutrición son importantes para prevenir estos desórdenes y problemas. El consumo de fósforo debe ser retenido en una relación 1,5:1 relacionado con el calcio. Dos micro nutrientes asociados en estimular la reproducción son el zinc y el selenio. Este rol específico del zinc en la reproducción no está bien definido, pero en animales deficientes en zinc se ha demostrado que tienen menores concentraciones de FSH y LH, particularmente en machos. El zinc es encargado de la cicatrización de tejidos y puede ser importante en la involución post parto además de la salud de la glándula mamaria. El Zinc es también un componente del sistema enzimático que puede influenciar la síntesis de hormonas. El zinc se ha demostrado que disminuye la incidencia de laminitis en vacas lecheras. La laminitis ha sido asociada significativamente con un aumento de los días al primer servicio, días abiertos y servicios por concepción (29). El rol del selenio en reproducción ha sido más detenidamente establecido. La suplementación con selenio y vitamina E se ha demostrado que disminuye la incidencia de retención de placenta, metritis y aumenta la tasa de involución uterina. La vitamina E y el selenio reducen el daño celular y el funcionamiento y manutención de la integridad tisular. Esto puede ayudar a crear un ambiente uterino favorable a la fertilidad.

CONCLUSIONES.

Existen problemas reales de fertilidad en el rodeo lechero y esto ha aumentado a medida que aumenta la producción de leche. Los intentos para rectificar estos problemas han sido frustrantes por la falta de respuesta a las decisiones de manejo y la falta de conocimiento en los componentes nutricionales que manejan la función reproductiva. En adición a esto no ha sido posible diferenciar entre factores afectando la ovulación y factores que contribuyen a disminuir la fertilidad del oocito. Deberíamos continuar en lograr producir un paquete de

manejo efectivo que pueda soportar el aumento en la producción lechera sin disminuir la fertilidad del rodeo. Se ha demostrado que los minerales orgánicos tienen un efecto beneficioso sobre un amplio rango de aplicaciones en ruminantes. Esto incluye más producción eficiente, leche de mejor calidad y una eficiencia reproductiva mayor. Se requerirán esfuerzos posteriores para asegurarse que la reproducción pueda ser manejada en una manera más controlable.

REFERENCIAS

1. Baker, D.H. & Ammerman, C.B. (1995). Zinc availability: In: Bioavailability of nutrients for animals. (C.B. Ammerman, D.H. Baker & A.J. Lewis, eds). Academic Press, San Diego, pp.367-398.
2. Boland, M.P., O'Donnell, G. & O'Callaghan, D. (1996). The contribution of mineral proteinate to production and reproduction in dairy cattle. In: Biotechnology in the Feed Industry. Proc Alltech's 12th Annual Symp. Pp. 95-103.
3. Canfield, R.W., Sniffen, C.J. & Butler, W.R. 1990. Effects of excess degradable protein on postpartum reproductive function in dairy cattle. *J Dairy Sci*, 73: 2342.
4. Close, W.H. (1998). The role of organic trace mineral proteinates in pig nutrition. In: Biotechnology in the Feed Industry. Proc Alltech's 14th Annual Symp. pp469-483.
5. De Vries, M.J., Van Der Beek, S., Kaal-Lansbergen, L.M.T.E., Ouweltjes, W. & Wilmink, J.B.M. (1999). Modeling of energy balance in early lactation and the effect of energy deficits in early lactation on first detected estrus postpartum in dairy cows. *J. Dairy Sci*. 82: 1927
6. Erskine, R.J., Eberhart, R.J., Hutchinson, L.J., & Scholz, R.W. 1987. Blood selenium concentrations and glutathione peroxidase activities in dairy herds with high and low somatic cell counts. *J. Amer. Vet. Med. Assoc.* 178 : 704.
7. Grohn, Y.T., Eicken, S.W. & Herth, J.A. (1995). The association between previous 305 day milk yield and disease in New York state dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78:1693
8. Harmon, R.J. (1998). Trace minerals and dairy cattle: importance for udder health. In: Biotechnology in the Feed Industry. Proc Alltech's 14th Annual Symp. pp 485-495.
9. Harmon, R.J., Clark, T.W., Trammell, D.S., Smith, P.M., Totte, P.M. & Hemken, R.W. (1994). Influence of copper status in heifers on response to intramammary challenge with *Escherichia coli* endotoxin. *J. Dairy Sci.* 77 (Suppl. 1) : 198.
10. Harris, B. (1995). The effect of feeding zinc proteinate to lactating dairy cows. In: Biotechnology in the Feed Industry. Proc Alltech's 11th Annual Symp. p299.
11. Hemken, R.W., Harmon, R.J., & Trammell, S. (1998). Selenium for dairy cattle: a role for organic selenium. In: Biotechnology in



- the Feed Industry. Proc Alltech's 14th Annual Symp. pp 497-503..
12. Kellogg, D.W. 1990. Zinc methionine affects performance of lactating cows. *Feedstuffs* 62 : 35.
 13. Lamming, G.E., Peters, A.R., Riley, G.M. & Fisher, M.W. 1982. Endocrine regulation of postpartum function. In : *Current Topics in Vet Med & Anim Sci* pp. 148-172. Eds H. Karf & E. Schallenberger.
 14. Lindemann, M.D. 1996. Novel use of biotechnology in farm animal nutrition. In : *Alltech's 1996 European & Southern African Lecture Tour*. pp 35-53.
 15. Lucy, M.C., Staples, C.R., Michel, F.J., Thatcher, W.W. & Bolt, D.J. 1991. Effect of feeding calcium soaps to early post-partum dairy cows on plasma prostaglandin F_{2a}, luteinizing hormone, and follicular growth. *J Dairy Sci*, 74: 483-489.
 16. Lyons, T.P. 1993. Bioscience Centres: Forging links between industry and academia. In "Biotechnology in the Feed Industry". Proc. Alltech's 9th Sym. pp. 1-25.
 17. Macmillan, K.L., Lean, I.J., & Westwood, C.T. 1996. *Aust Vet Jour*, 73: 141-147.
 18. Mahan, D.C. & Kim, Y.Y. (1995). Effect of inorganic or organic selenium at two dietary levels on reproductive performance and tissue selenium concentrations in first-parity gilts and their progeny. *J. Amin. Sci.* 74: 2711-2718.
 19. Markusfeld, O. (1993). Parturition disease complex of the high-yielding dairy cow. *Acta. Vet. Scand. Suppl.* 89 : 9.
 20. Murphy, M.G., Boland, M.P. & Roche, J.F. 1990. Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post-partum beef suckler cows. *J Reprod Fertil* 90: 523-533.
 21. Prasad, A.S. (1979). Clinical, biochemical and pharmacological role of zinc. *Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol.* 19: 393.
 22. Prohaska, J.R. & Lukasewycz, O.A. (1990). Effect of copper deficiency on the immune system. In : *Nutrients and immune functions* (A. Bendich, M. Phillips & R.P. Tengerdy, eds). *Adv. Exp. Med. Biol.* 262: 123, Plenum Press, New York.
 23. Roche, J.F., Boland, M.P., McGeady, T.A. & Ireland, J.J. 1981. Reproductive wastage following artificial insemination of heifers. *Vet Rec*, 109 : 401-404.
 24. Roche, J.F. & Boland, M.P. 1991. Turnover of dominant follicles in cattle of different reproductive states. *Theriogenology* 35: 81-90.
 25. Roche, J.F. & Diskin, M.G. 1995. Hormonal regulation of reproduction and interactions with nutrition in female ruminants. In "Ruminant Physiology : Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction". Eds Engelhardt W v, Leonhard-Marek S, Breves G & Giescke D. pp. 409-428.
 26. Royal, M. D. Darwash, A.O., Flint, A.P.F., Webb, R., Woolliams, J.A. & Lamming, G.E. (2000). Declining fertility in dairy cattle: changes in traditional and endocrine parameters of fertility. *Anim Sci.* 70: 487-501.
 27. Savio, J.D., Boland, M.P., Hynes, N. & Roche, J.F. 1990. Resumption of follicular activity in the early post-partum period of dairy cows. *J Reprod Fertil* 88: 569-579.
 28. Spain, J. (1993). Tissue integrity : A key defense against mastitis infection: The role of zinc proteinates and a theory for mode of action. In: *Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of the 9th Annual Symposium* (TP Lyons ed) p.53.
 29. Spain, J.N. (1999). The 100-day contract with the dairy cow: 30 days prepartum to 70 days postpartum. In *Biotechnology in the Feed Industry. Proceedings of Alltech's 15th Annual Symposium.* pp75-85.
 30. Stagg, K., Diskin, M.G., Sreenan, J.M. & Roche, J.F. 1995. Follicular development in long-term anoestrous suckler cows fed two levels of energy post-partum. *Anim Reprod Sci.* 38: 49-61.
 31. Underwood, E.J. (1981). *The mineral nutrition of livestock*. CAB, London, England.