

Manejo nutricional en corrales de engorda

Raúl Ricalde Velasco**
Germán David Mendoza Martínez**
María Magdalena Crosby Galván**
Elena Sandoval Cabrera*

Abstract

Nutritional management in a feedlot must be focused towards the following aspects: reception diet, mineral nutrition, acidosis prevention, use of additives, anabolic agents and finishing program. The use of feed additives is one of the most important tools to reduce feeding cost, and to improve feed efficiency. Some of the feed additives have secondary effects like acidosis' reduction and coccidiosis' prevention. Others may reduce liver abscess and other health problems. The rate of starch digestion is important to select grain for feeding programs in the feedlot.

Key words: FEEDLOT, FEED ADDITIVES, NUTRITIONAL MANAGEMENT, GRAINS.

Resumen

El manejo nutricional en un corral de engorda debe enfocarse a los siguientes aspectos: recepción, prevención de acidosis, uso de aditivos alimenticios, agentes anabólicos y programas de finalización. El uso de aditivos es una de las alternativas más importantes para reducir los costos de alimentación o para obtener mayor eficiencia alimenticia. Algunos de ellos tienen efectos secundarios como la reducción de acidosis y coccidiosis, otros reducen la incidencia de abscesos hepáticos y problemas de salud animal. La tasa de degradación de almidón es muy importante en la selección del grano para el programa de nutrición del corral de engorda.

Palabras clave: GANADO DE ENGORDA, ADITIVOS ALIMENTICIOS, MANEJO ALIMENTICIO, GRANOS.

Programa de recepción

Uno de los periodos más importantes en el manejo de corrales de engorda es la recepción, ésta sucede cuando el animal va a experimentar cambios importantes en su salud y en la alimentación. En la medida que se logre una mejor adaptación a las nuevas condiciones de manejo y de nutrición, se tendrá mayor probabilidad de éxito en la engorda.

El programa de recepción debe considerar los siguientes puntos: Consumo de alimento, nutrición mineral, prevención de enfermedades metabólicas —por ejemplo, la acidosis— y uso de aditivos alimenticios y agentes anabólicos.¹ Asimismo se debe tener presente el factor estrés al que está sometido el animal (principalmente debido al transporte y manejo), la distancia del viaje y condiciones; el clima, además de la deshidratación y con ello la pérdida de peso asociada a la pérdida de electrolitos.^{2,3,4} Todos estos factores modifican los requerimientos nutricionales del animal recién llegado a un corral.

Algunos estudios² muestran que el consumo es muy limitado en animales recién llegados (algunos animales comen menos del 1% de su peso vivo en materia seca) y esta condición causa más problemas si los animales presentan problemas de salud.³ Los resultados de administrar soluciones de electrolitos (Na, Cl, K, Mg), sugieren que éstos son de utilidad para mejorar el balance ácido base de los animales después de estrés^{5,6}, por lo

Recibido el 17 de marzo de 1997 y aceptado el 13 de noviembre de 1997.

* Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco, Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, 04960, México, D.F.

** Programa de Ganadería, Colegio de Postgraduados, Montecillo, 56130, Estado de México, México.

que se recomienda su uso en el periodo de recepción cuando los animales han sido sometidos a un periodo de estrés como consecuencia de las condiciones del transporte, lo anterior acompañado de restricción de agua y alimento.⁷

Las recomendaciones de minerales para raciones de recepción, así como para la engorda se presentan en los Cuadros 1 y 2. En ellos se observa que los niveles de potasio son mayores para la ración de recepción.⁸ Uno de los minerales de mayor importancia en la ración de recepción es el potasio, por lo que se recomienda de 1% a 1.25% de la materia seca.³ Algunos experimentos mostraron reducciones en la mortalidad de becerros en la etapa de recepción al incrementar de 0.9% a 1.4% de K, con una reducción en el número de animales tratados.²

Se ha reconocido que falta información específica sobre los requerimientos y la identificación de factores que afectan las necesidades de minerales.⁹ La mayoría de la

información sobre minerales generada en México¹⁰ y en Latinoamérica¹¹ se ha enfocado en las condiciones de pastoreo, por lo que es necesario que se desarrollen líneas de investigación respecto de corrales de engorda. No obstante, es importante poner atención a las normas recomendadas, así como a los niveles potencialmente tóxicos.

Se considera que durante la recepción los animales pueden estar consumiendo cantidades insuficientes de materia seca, se pueden presentar periodos de deficiencias de proteína, energía y minerales, lo cual deprime el sistema inmunológico. Debe considerarse las funciones de algunos minerales traza (Zn, Cu, Se, Fe) en la respuesta inmune del animal, con lo que se tiene en la etapa de adaptación la situación de mayor riesgo de salud animal dentro del proceso de la engorda. Las deficiencias en la alimentación, así como excesos de minerales, pueden afectar el sistema inmunológico del ganado bovino.³

Otro aspecto de gran importancia en el programa de recepción es el uso de alimentos digestibles, y evitar alimentos que el animal desconozca; por ejemplo, ensilados poco convencionales, forrajes toscos o enmohecidos, harina de pescado o harina de sangre. En esta etapa se puede considerar el uso de alimentos con fibras altamente digestibles con alimentos como la cáscara de soya, el salvado de maíz y el gluten de maíz, con el propósito que el bovino incremente su consumo de energía.¹² El uso de granos debe hacerse con precaución, se evitarán los que sean de fermentación rápida, como el trigo o la cebada.¹

El programa de recepción va acompañado de algún forraje base y de un concentrado elaborado a base de grano, contiene ingredientes nitrogenados, minerales y aditivos. Se recomienda que la ración de recepción se prepare con heno de alta calidad no picado, y con un nivel máximo de 45% a 50% de concentrados (melazas, granos, desperdicios de panadería) en base seca. Debe tenerse presente que el nivel de este último no es absoluto, ya que estará en función del manejo, características de la explotación, análisis económico y las condiciones de salud animal. Para el caso de que existan problemas de salud, se debe alargar el periodo de la dieta de recepción y analizar las decisiones del cambio de ración, así como la selección del grano con base en el consumo de alimento, que es el principal indicador de la salud de los animales en esta etapa.¹³

En los programas de recepción se recomienda incluir algún ionóforo para reducir las variaciones del consumo.¹⁴ Algunos investigadores han propuesto la utilización de la virginomicina con el fin de reducir los problemas de acidosis en cambios súbitos de dietas;¹⁵ sin embargo, no han logrado demostrar efectos benéficos en el comportamiento de los bovinos durante la engorda, quizás debido a que los niveles de grano que han utilizado en los ensayos no son muy elevados.¹⁶

Existe poca información sobre las posibles ventajas de usar cultivos microbianos de *Saccharomyces cerevisiae*

Cuadro 1 CONCENTRACIÓN DE NUTRIMENTOS RECOMENDADA PARA LA RECEPCIÓN Y ADAPTACIÓN A DIETAS ALTAS EN GRANOS			
Ración	Recepción	Adaptación 1	Adaptación 2
Volumen	1	1	1
Proteína cruda, %	11.5 - 12.5	11.5 - 12.0	11.5 - 12.0
ENg, Mcal/Kg	0.94	1.14	1
Ca, %	1	.5 - 1.5	.5 - 1.0
P, %	0.35	0.30	0.30
K, %	1.0 - 1.25	0.60	0.60
Forraje, %	45	30	20
Días en ración	5 - 7	5 - 7	5 - 7

Adaptado de Agricultural Notebook. Animal Science Publ. No. 86-4.⁸

Cuadro 2 CONCENTRACIÓN DE NUTRIMENTOS RECOMENDADA PARA RACIONES DE FINALIZACIÓN EN CORRALES			
Ración No.	1	2	3
Volumen	1	1	1
Proteína cruda, %	11.5 - 12.0	11.5 - 12.0	11.5 - 12.0
ENg, Mcal/Kg	1.34	1.41	1.41
Ca, %	0.5 - 0.7	0.5 - 0.7	0.5 - 0.7
P, %	0.3	0.3	0.3
K, %	0.6	0.6	0.6
Forraje, %	15	10	8

Adaptado de Agricultural Notebook. Animal Science Publ. No. 86-4.C.⁸

en los periodos de adaptación. Una evaluación realizada en México con tres cultivos comerciales, no mostró ventajas en el periodo de recepción.¹⁷

Un aspecto importante y práctico de manejo nutricional de un corral, es la formulación por concentración de nutrimentos en base seca. En el Cuadro 1 se presentan recomendaciones de especialistas de la Universidad de Nebraska y del Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América para una ración de recepción y dos de adaptación. Es importante señalar que en estos sistemas se utilizan importantes cantidades de grano; en consecuencia la adición de ionóforo es una práctica recomendada. También cabe mencionar que no se debe cambiar un sistema de alimentación drásticamente en cualquier explotación y si se desea incrementar el nivel de grano en la ración, debe hacerse en forma paulatina, ya que el riesgo de acidosis subaguda está siempre presente y es necesario aprender a usar considerables niveles elevados de grano.¹³

Debido a la complejidad de factores que intervienen en los requerimientos de nutrimentos, así como la gran variación de consumo debido a factores dietarios y ambientales, se recomienda expresar los requerimientos con base en la concentración para las raciones de las distintas etapas fisiológicas del proceso de la engorda.⁸ Esto presenta muchas ventajas operativas (tiempo, dinero y esfuerzo) y deja a la responsabilidad del nutriólogo los cambios que considere necesarios de acuerdo con características particulares de cada etapa fisiológica del animal y materias primas accesibles en la zona.

Granos

Respecto del uso de granos, siempre debe tenerse presente la tasa de fermentación (sorgo < maíz < cebada) ya que el almidón de rápida degradación ruminal está asociado a problemas de acidosis y al contenido de energía de los granos.¹⁸ Otros factores que pueden alterar la degradación del almidón incluyen la cubierta de la semilla, la matriz proteínica que rodea los gránulos de almidón y la solubilidad del almidón.¹⁹ La tasa de degradación del almidón en el rumen depende de las características intrínsecas del almidón y de los procesos a los que haya sido sometido el grano.²⁰

Al seleccionar el grano a utilizar en la dieta es importante conocer las tasas de degradación del almidón, ya que aquellos granos de mayor velocidad de fermentación (por ejemplo, trigo y cebada), pueden causar problemas severos de acidosis; de hecho, la fermentación excesiva del almidón del trigo es causa por la cual se recomienda incluirlo en niveles menores a 25% de la ración. Por otra parte, es importante tener presente que el sorgo es el grano principal en uso para la alimentación animal en algunas regiones de México, y es el almidón que tiene la menor tasa de degradación²¹, y, por lo tanto, el menor valor energético.^{1,13} Los medios de procesamiento de los granos (rolado en seco, hojueado al vapor,

entre otros), incrementan su tasa de digestión, lo cual es deseable para que se obtenga un mayor contenido de energía para el animal y, en consecuencia, mayor ganancia de peso.^{12,22}

Los cambios en el valor nutricional del maíz procesado con el hojueado al vapor, han sido atribuidos a un mayor valor energético que puede presentarse a nivel ruminal²³ y, posiblemente, intestinal.^{20,24} Sin embargo, el hojueado al vapor también puede disminuir la solubilidad del nitrógeno y la degradación de la proteína,²² lo cual puede ser importante cuando se considera una ración alta en grano, por lo que se debe poner atención a los niveles de nitrógeno degradable en la ración,²⁵ particularmente con granos procesados, y en algunos casos hacer modificaciones a las recomendaciones señaladas en los Cuadros 1 y 2.

Se han realizado algunos estudios sobre los efectos de la combinación de granos de rápida fermentación con granos de fermentación lenta a nivel metabólico y en engorda.^{26,27,28} Los resultados de varios experimentos muestran que los bovinos alimentados con la mezcla de granos en una relación 75:25 o 66:33 grano rápido:lento, fueron más eficientes que los que recibieron otras combinaciones, manifestando efectos asociativos positivos. Los efectos asociados medidos, como la desviación de la media observada con la media ponderada de los granos individuales, varió entre 6% y 14% y se han observado en la ganancia de peso, el consumo y la conversión alimenticia. En los animales en los que se utilizaron combinaciones de granos se reduce la presencia de abscesos hepáticos.²⁸ De estos trabajos de combinaciones de granos se infiere que una combinación de granos de rápida fermentación (66% a 75%) con un grano de lenta degradación (25% a 64%) puede mejorar la eficiencia de alimentación de 6% a 14%, dependiendo de los granos combinados. Los efectos asociados al combinar granos han sido explicados por una mayor población de protozoarios²⁶ que disminuyen la acidosis, al reducir la degradación ruminal del almidón²⁹ por lo que los animales muestran una mejor eficiencia de utilización del alimento. A mayor diferencia entre la tasa de degradación de almidón de los granos seleccionados, mayor será el efecto asociativo.

Forraje

El forraje de la ración alta en granos es uno de los principales mecanismos protectores de acidosis subaguda;^{13,30} sin embargo, debido a las condiciones de acidez, la población microbiana y la actividad celulolítica es deprimida por un efecto asociativo negativo.³¹ Se ha notificado que la digestibilidad de la fibra detergente neutro se reduce alrededor de 50% al incrementar de 20% a 60% de concentrado rico en almidón.³² Estos resultados indican que se obtiene 50% o menos de la energía del forraje en raciones altas en grano, lo cual nunca se considera al formular las raciones. Debido a estas condiciones, es recomendable utilizar los forrajes

de menor calidad nutricional y de menor costo en los corrales de engorda, por ejemplo: pajas, rastros y aun contenido ruminal.^{12,33}

Se ha demostrado que el comportamiento de los bovinos se mejora al incluir niveles bajos de forraje en la ración al comparar con dietas al 100% concentrado, esto se explica en función de que el forraje reduce los niveles de acidosis subaguda.¹ El forraje es una de las principales alternativas con que cuenta el nutriólogo para manejar la acidosis. Sin embargo, debido a la aparición de los ionóforos y otros aditivos alimenticios, el concepto de incluir forraje en la ración puede revalorarse, cuando se propone disminuir el número de ingredientes en la ración.

Aditivos alimenticios

El uso de aditivos es una de las alternativas de manejo más importantes para reducir los costos de alimentación y para obtener mayor eficiencia alimenticia. Algunos de ellos tienen efectos secundarios positivos como la reducción de acidosis, coccidiosis y timpanismo de grano, mientras que otros suprimen la actividad estral, reducen la incidencia de abscesos hepáticos y los problemas de gabarro.^{1,34}

Los aditivos alimenticios se han dividido en cinco grupos: ionóforos, antibióticos, supresores de estros, amortiguadores y otros.³⁴ Un grupo nuevo que se puede añadir a esta clasificación son los probióticos o cultivos microbianos. El uso de cualquier aditivo debe basarse en el conocimiento de sus efectos descritos en literatura científica, los mecanismos de acción y en las dosis adecuadas.

Los ionóforos son antibióticos poliéteres carboxílicos cuya función es cambiar la proporción intra y extracelular de diversos iones, con este propósito forman un complejo ion-ionóforo cuyas características se determinan midiendo el flujo y cinética de iones a través de membranas celulares. Entre los factores que afectan las características de dicho complejo se encuentran la estructura molecular del ionóforo, el peso atómico, valencia del ion, el estado de hidratación y el pH ruminal.³⁵

Los ionóforos pueden inhibir el crecimiento de algunas bacterias ruminales alterando el transporte de iones a las células o revirtiendo los gradientes iónicos, disminuyendo el pH intracelular, y ocasionando una hidrólisis excesiva del ATP. Los ionóforos no son estrictamente selectivos en términos de bacterias grampositivas o negativas, y pueden inhibir a organismos celolíticos como los del género *Ruminococcus*, así como a otros no deseables como productores de lactato.³⁶ En virtud de las condiciones de dietas altas en granos el pH del rumen se acidifica, la digestión de la celulosa se inhibe por el efecto en las poblaciones de bacterias celulolíticas y en su actividad enzimática, en este sentido el efecto negativo del ionóforo en bacterias celulolíticas no es una limitante para su uso.

Los ionóforos mejoran la eficiencia de la fermentación ruminal al incrementar la proporción molar de ácido propiónico, lo cual reduce las pérdidas de energía que repercuten en mayor disponibilidad de energía para el animal. Es importante indicar que el ácido propiónico es el único glucogénico, lo cual también representa ventajas para el animal.²⁰

Un efecto de los ionóforos que es muy consistente, es la reducción del consumo en animales alimentados a base de raciones con concentrados.³⁵ Es bueno saber que esta reducción de consumo es muy importante para la prevención de acidosis subaguda durante la adaptación de forrajes a concentrados.³⁴ Se ha sugerido que los ionóforos también pueden modular indirectamente el pH ruminal, al reducir la variación de consumo¹⁴, así como la concentración de lactato y la población de *Streptococcus bovis* en condiciones de acidosis aguda.³⁷ Es importante enfatizar que los ionóforos ayudan a controlar la acidosis subaguda, pero no la previenen²³, por lo que el manejo alimenticio del corral es más determinante. Algunos experimentos muestran que la variación de consumo depende más del manejo que del uso y dosis del ionóforo.¹⁴

Antibióticos como la clortetraciclina, oxitetraciclina, bacitracina y tilosina, se utilizan en ganado de engorda, principalmente para el control de abscesos hepáticos, los cuales afectan el comportamiento de los animales.²³

Se han utilizado una gran variedad de amortiguadores para reducir la acidosis en raciones altas en grano; sin embargo, las respuestas han sido extremadamente variables.¹⁸ Esto se puede deber a que el pK del bicarbonato es de 6.2 y las raciones con niveles elevados de granos muestran pH inferiores donde el amortiguador no tiene la capacidad para disminuir los cambios causados por la producción de ácidos orgánicos en el rumen, por lo que su uso podría restringirse al periodo de adaptación.

Los probióticos o cultivos microbianos son productos formados por una mezcla de microorganismos (hongos y levaduras), enzimas, vitaminas, medios de cultivo y factores no identificados que pueden tener efectos benéficos en la fermentación ruminal.³² Los probióticos de la primera generación no mostraron resultados convincentes en raciones altas en grano,³⁸ y el uso de los cultivos microbianos actualmente disponibles tampoco ha sido satisfactorio. Durante una evaluación realizada en México en corrales de engorda con niveles relativamente bajos de sorgo (46%), se compararon tres productos comerciales basados en *Saccharomyces cerevisiae*; éstos no mostraron ningún efecto benéfico en la engorda de bovinos.¹⁷ Estudios realizados con niveles mayores de granos tampoco han mostrado resultados consistentes.³⁹

Implantes

Los implantes son compuestos usados con el propósito de mejorar la producción de carne en bovinos, se

caracterizan por actuar como promotores anabólicos incrementando el ingreso de compuestos energéticos y aminoácidos a nivel celular, y por no aportar nutrimentos por sí mismos al tejido animal.³⁵ La respuesta al implante anabólico es proporcional a la tasa de crecimiento del animal, lo cual se debe tomar en consideración al decidir su uso en los sistemas de producción.⁴⁰

En una revisión de agentes anabólicos, se menciona que no se conoce completamente el modo de acción biológica de los implantes, pero se han planteado dos posibilidades: Acción directa en el miocito, regulando la síntesis y degradación intracelular de proteínas; actividad indirecta mediante modificaciones de la tasa de síntesis o de actividad, o de ambas, de diversas hormonas.³⁵

En la actualidad hay varios implantes y todos causan efectos biológicos y productivos semejantes. Para obtener los máximos beneficios de los implantes deben considerarse varios aspectos prácticos como las facilidades de manejo para aplicar el implante, la aplicación en el lugar recomendado, condiciones de higiene para evitar infecciones, abscesos o pérdidas de los implantes. Las pérdidas de los implantes se dan por forma mecánica o por infecciones. Se ha estimado que si se implanta con técnicas y en condiciones adecuadas, la pérdida del implante en el ganado puede ser hasta del 5%, mientras que con malas condiciones pueden perderse hasta el 50% de los implantes.⁴¹

Finalización

Una vez que los animales se han adaptado a raciones altas en grano, se alimentan con raciones de finalización. En México la mayoría de los corrales de engorda usan niveles muy bajos de grano (con excepción de corrales en el norte del país); estos niveles pueden incrementarse si las condiciones económicas y de mercado lo justifican. En el Cuadro 2 se presentan las recomendaciones para ganado en finalización de especialistas de la Universidad de Nebraska. Para el caso de que se desee incrementar el nivel de grano en la ración de finalización, es recomendable que se incorporen ionóforos y antibióticos a la ración.³⁴

Algunos estudios indican que la virginiomicina puede mejorar el comportamiento de bovinos alimentados con dietas con niveles de 80% de grano, reduciendo la severidad de abscesos hepáticos en raciones de finalización, sin afectar el consumo voluntario.⁴²

Se han evaluado distintos tipos de ionóforos, y se ha observado que todos reducen el consumo (monensina, 5.1%; lasalocida, 4.6%; salinomycin, 1.7%; y narasina, 12.5%) y en general no se afecta la ganancia de peso, esto último mejora la conversión de un 7% a 9%. Una diferencia importante entre lasalocida y monensina, es que la primera no requiere periodos de adaptación. La monensina se puede combinar con tilosina y con acetato de melengestrol; por otro lado, se han descrito ventajas al combinar tilosina con monensina.³⁸ La

tilosina previene abscesos hepáticos y otras infecciones.¹⁴

La nutrición mineral en la engorda es muy importante. La ganancia de peso se puede reducir entre 15% a 20% en animales que no tienen acceso a un suplemento mineral apropiado. Por otro lado, es indispensable que se usen premezclas minerales de casas comerciales serias, en virtud de que existen en el mercado muchos productos cuya concentración de minerales no corresponde al que indican en las etiquetas.⁹

En relación con las fuentes de proteína para la finalización, cuando se cubren las necesidades de nitrógeno degradable en el rumen, no se presentan diferencias entre ingredientes con distinta proteína de escape, particularmente si se formula a 12% de proteína cruda.³⁰ Esto último indica que se pueden incorporar compuestos de nitrógeno no proteínico en la ración para animales en engorda y reducir los costos de alimentación.

La variación de la tasa de digestión del almidón entre híbridos de sorgo y maíz representa un aspecto que puede considerarse en los programas de finalización. Se han presentado importantes variaciones en la tasa de digestión *in vitro* entre híbridos de sorgo (6% a 9%/h).⁴³ Otros resultados de evaluaciones de híbridos de sorgo, indican que a mayor tasa de degradación del almidón de ese grano, es posible obtener mayores ganancias y mejor eficiencia alimenticia.⁴⁴

En términos generales, se puede esperar un mayor consumo con granos de menor tasa de fermentación;^{12,28} para el caso específico del grano de sorgo, un mayor consumo no necesariamente conduce a mayores ganancias de peso, afectando negativamente la eficiencia alimenticia.

Existen muchas posibilidades de investigación en México relacionadas con formas de incrementar el valor nutritivo del sorgo para rumiantes, como la selección de híbridos con mayor tasa de degradación,⁴⁴ procesos de molido, rolado, vapor, reconstitución, cultivo con alto contenido de humedad,²⁸ la adición de ácidos,⁴⁵ o bien el uso de enzimas amilolíticas.⁴⁶

El uso de grasas en dietas para engorda intensiva ha sido evaluado por varios investigadores^{47,48} y en general se encuentra una respuesta animal adecuada cuando la grasa dietaria es menor al 6%. Cuando los niveles son mayores al 6% de la materia seca, se deprime la tasa de digestión del almidón y se incrementa la tasa de pasaje, lo cual trae como consecuencia una reducción en la digestibilidad ruminal del almidón, de manera que se afecta negativamente el comportamiento de animales en engorda.⁴⁷

Las características del animal para la engorda es otro factor que debe considerarse en el momento en que se define el programa de finalización. Por ejemplo, si se engordan becerros recién destetados, éstos tendrán una engorda de mayor duración con un consumo mayor de alimento total, mientras que en la engorda de novillos, la duración del proceso es menor, así como su eficiencia alimenticia.^{1,12}

Finalmente en el manejo nutricional de un corral de engorda, es necesario hacer un análisis económico, considerando al menos los siguientes aspectos: Días de engorda, peso inicial, costo del ganado al entrar al corral, costo en pie, costo financiero de la inversión, costos de alimentación, gastos generales (costos de producción, manejo, administración, consultoría, medicinas, depreciaciones, mortandad, fletes a rastro y distribución, sacrificio, etc.).^{4,9} Las decisiones de manejo nutricional en la producción de carne en corrales deben basarse en la relación costo-beneficio.

Referencias

- Mendoza MG, Ricalde VR. Alimentación del ganado bovino con dietas altas en granos. México (DF) Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco, 1993.
- Hutcheson DP. Programa nutricional de recepción para ganado en corral de engorda. Memorias del Seminario Engorda de Bovinos en Corrales; 1986 septiembre 9-11; Chapingo (Edo. de México). Chapingo (Edo. de México): Centro de Ganadería, Colegio de Postgraduados, 1986:39-48.
- Hutcheson DP. Nutrient requirements of transit-stress syndrome in cattle nutrition. Nutritional and environmental effects. *J Anim Sci* 1988;62:555-561.
- Zambrano RG. Aspectos generales sobre engorda de ganado. Memorias del Seminario Engorda de Bovinos en Corrales; 1986 septiembre 9-11; Chapingo (Edo. de México). Chapingo (Edo. de México): Centro de Ganadería, Colegio de Postgraduados, 1986:1-28.
- Cole NA. Metabolic changes and nutrient repletion in lambs provided with electrolyte solutions before and after feed and water deprivation. *J Anim Sci* 1996;74:287-294.
- Hutcheson DP, Cole NA, McLaren JB. Effects of pretransit diets and post-transit potassium levels for feeder calves. *J Anim Sci* 1984;58:700-705.
- Schaefer AL, Jones SDM, Stanley RW. The use of electrolyte solution for reducing transport stress. *J Anim Sci* 1997;75:258-264.
- Department of Agriculture: Agricultural notebook. Livestock letter. Feedmix beef helps. Animal Science Publication. Lincoln, Nebraska: Cooperative Extension Service; Department of Agriculture Science Publication, 1984;86:4.
- García-Bojalil CM. Suplementación mineral. Memorias del Curso Internacional Avanzado de Nutrición de Rumiantes; 1996 octubre 23-25; Universidad Autónoma Metropolitana: Xochimilco, México (DF). México (DF): Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal A.C., 1996:1-14.
- Domínguez VIA. Diagnóstico del estado mineral de ovinos bajo condiciones de pastoreo Tenango del Valle de México (tesis de maestría). Texcoco (Edo. de México) México. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chapingo, 1993.
- McDowell LR, Conrad JH, Ellis GL, Loosli JK. Minerals for grazing ruminants in tropical regions. Gainesville, Florida: Department of Animal Science Center for Tropical, Agriculture University of Florida, 1983;86.
- Klopfenstein T, Stock R. Manejo nutricional de bovinos en corrales. Memorias Internacional; 1991 25 febrero-1 marzo; Montecillo (Edo. de México). Montecillo (Edo. de México): Centro de Ganadería, Colegio de Postgraduados, 1991:1-40.
- Mendoza MGD. Acidosis. Memorias del Seminario de Producción de Carne Bovina en Corrales; 1992 septiembre 28-30; Puebla, Puebla (México). Puebla, Puebla (México): Benemerita Universidad Autónoma de Puebla, 1994:102-114.
- Stock RA, Laudert SB, Stroup WW, Larson EM, Parrot JC, Britton RA. Effect of monensin and tylosin combinations on feed intake variation of feedlot steers. *J Anim Sci* 1995;73:39-44.
- Zorrilla J, Rowe JB. Acidosis ruminal en ganado alimentado con grano, una preocupación del pasado. Memorias del Curso Internacional Avanzado de Nutrición de Rumiantes; 1993 junio 2-4; Montecillo (Edo. de México). Montecillo (Edo. de México): Centro de Ganadería, Colegio de Postgraduados, 1993:68-72.
- Hernández HV, Zorrilla-Ríos J, Fajardo JA. Comportamiento de toretes Cebú en confinamiento que reciben súbitamente una dieta con 55% de grano, con o sin la inclusión de virginiamicina. Reunión Nacional de Investigación Pecuaría México (DF); 1996 diciembre 2-4; Cuernavaca (Morelos). México (DF): Fac. de Med. Vet. y Zoot., UNAM, 1996:238.
- Aguirre MMA, Bravo FJP. Finalización de toros expuestos a una dieta adicionada con diferentes probióticos comerciales (tesis de licenciatura). Texcoco (Edo. de México), México. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo, 1995.
- Britton RA. D-lactic acidosis, myth or fact? Lincoln, Nebraska: Animal Science Department, Elanco Products Co., 1991:3-14.
- Zinn RA. Influence of flake thickness on the feeding value of steam-rolled wheat for feedlot. *Cattle. J Anim Sci* 1994;72:21-32.
- Orskov ER. Starch digestion and utilization in ruminants. *J Anim Sci* 1986;63:1624-1635.
- Stock RA, Mader T. Grain sorghum processing for beef cattle. *Neb Guide* 1974;G74:136.
- Zinn RA. Influence of lasalocid and monensin plus tylosin on comparative feeding value of steam flaked versus dry-rolled corn in diets for feedlot cattle. *J Anim Sci* 1987;65:256-267.
- Britton RA, Stock RA. Acidosis, rate of starch digestion and intake. Symposium Proceedings of Feed Intake by Beef Cattle; 1986 November 20-22; Oklahoma. Oklahoma: Oklahoma State University, 1986:125-137.
- Croom WJ, Bird AR, Black BL, McBride BW. Manipulation of gastrointestinal nutrient. Delivery in livestock. *J Dairy Sci* 1993;76:2112-2124.
- Mehrez A, Orskov ER. Protein degradation and optimum urea concentration in cereal-based diets for sheep. *Br J Nutr* 1978;40:337-345.
- Mendoza MGD. Site and extent of starch digestion in ruminants fed high grain diets. I. Role of ruminal protozoa. II. Mixtures of high moisture corn and dry rolled sorghum III. Duodenal infusions of casein (doctoral dissertation). Lincoln, Nebraska: Animal Science Department. University of Nebraska, 1991.
- Sindt M, Stock R. Roughage levels. Grain mixtures and high moisture corn fermentation characteristics. Lincoln, Nebraska: Nebraska Beef Cattle Report, 1988:53.
- Stock RA, Brink DR, Brandt TR, Merrill JK, Smith KK. Feeding combinations of high moisture corn and dry corn to finishing cattle. *J Anim Sci* 1987;52:282-292.
- Mendoza MGD, Britton RA, Stock RA. Influence of ruminal protozoa on site and extent of starch digestion and ruminal fermentation. *J Anim Sci* 1993;71:1572-1578.
- Sindt M, Stock R, Klopfenstein T. Protein source and grain type on ruminal metabolism. Lincoln, Nebraska: Nebraska Beef Cattle Report, 1993:64-66.

31. Mould FL, Orskov ER, Mann SO. Associative effects of mixed feeds. I. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen fluid pH on cellulolysis *in vivo* and dry matter digestion of various roughages. *Anim Feed Sci Technol* 1983/84;10:15-20.
32. Plata FP. Efecto de un probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*) en la fermentación ruminal, digestibilidad *in situ* y el consumo en bovinos alimentados con tres niveles de paja de avena (tesis de maestría). Montecillo (Edo. de México), México. Centro de Ganadería, Colegio de Postgraduados, 1992.
33. Mendoza MG, De Yta L, Guillen B, Juárez P. Efecto de la sustitución parcial del ensilaje de maíz por contenido ruminal. Memorias de la X Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA); 1985; Acapulco (Guerrero) México. Acapulco (Guerrero) México: ALPA Mem., 1985:44.
34. Stock RA, Mader T. Feed additives for beef cattle. *Neb Guide*, 1985;85:761.
35. González MSS. Avances en nutrición de rumiantes. Memorias del Curso de la Utilización de Residuos Agrícolas en la Alimentación de Rumiantes en Pastoreo; 1992 abril 6-10; San Cristóbal de Las Casas (Chiapas) México. San Cristóbal de Las Casas (Chiapas) México: Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste, 1992:35-58.
36. Russell JB, Strobel HJ, Martin SA. Strategies of nutrient transport by ruminal bacteria. *J Dairy Sci* 1990;73:2996-3012.
37. Nagaraja TG, Avery TB, Bartley EE, Roof SK, Dayton AD. Effect of lasalocid monensin or thiopeptin on lactic acidosis in cattle. *J Anim Sci* 1982;54:649-658.
38. Farlin SD. Monensin - tylosin combinations. Lincoln, Nebraska: Nebraska Beef Cattle Report, 1976:76.
39. Mir Z, Mir PS. Effect of the addition of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on growth and carcass quality of steers fed high-forage or high grain diets on feed digestibility and *in situ* degradation. *J Anim Sci* 1994;2:537-545.
40. Montemayor DM. Criterios de evaluación de respuesta a los implantes anabólicos en el corral de engorda. Memorias del Seminario Engorda de Bovinos en Corrales; 1986 febrero 10. Chapingo (Edo. de México). Chapingo (Edo. de México): Centro de Ganadería, Colegio de Postgraduados, 1986.
41. Mader T, Stock R, Deutscher G. Growth promoting implants. *Neb Guide* 1987;83:677.
42. Rogers JA, Branine ME, Miller CR, Wray MI, Bartle SJ, Preston RL, *et al.* Effects of dietary virginiamycin on performance and liver abscess incidence in feedlot cattle. *J Anim Sci*, 1995;73:9-20.
43. Wester TJ. Evaluation of starch and protein of grain sorghum hybrids for finishing ruminants (M. Sc. dissertation). Lincoln, Nebraska. Animal Science Department. University of Nebraska, 1989.
44. Gramlich SM. Grain hybrids and starch utilization in ruminants. (M. Sc. thesis). Lincoln, Nebraska. Animal Science Department. University of Nebraska, 1988.
45. Wilcox RA. Acid preservatives for grain. *Neb Guide*, 1973;73:52.
46. Romero BM, López AJ, Gómez AR. Digestibilidad de dietas de engorda tratadas con enzimas para grano de sorgo. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria; 1992 noviembre 3-6. Chihuahua (Chihuahua) México. Chihuahua (Chihuahua) México: Fac. de Med. Vet. Y Zoot., UNAM, 1992:181.
47. Krehbiel C, Shain D, Richards C, Ham G, McCoy R, Stock R, *et al.* Effect of fat on subacute acidosis in finishing cattle fed corn diets. Lincoln, Nebraska: Nebraska Beef Cattle Report, 1994;61:48-50.
48. Richards C, Stock R, Klopfenstein T. Evaluation of levels of wet corn gluten fed and addition of tallow. Lincoln, Nebraska: Nebraska Beef Cattle Report, 1996:66.
49. Brink D, Lowry S. How should efficiency of feed utilization be evaluated? Lincoln, Nebraska: Nebraska Beef Cattle Report, 1985;48:19-20.