

244  
201

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EFFECTO DEL SORBITOL SOBRE GANANCIA DE PESOS  
CONVERSTON ALIMENTICIA Y EFICIENCIA  
ALIMENTICIA EN BECERRAS  
HOLSTEIN LACTANTES EN  
ESTABULACION

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
P R E S E N T A :  
HUMBERTO VARGAS RUIZ

ASESORES: MVZ. ALFREDO KURT SPROSS SUAREZ  
MVZ. TEODOMIRO ROMERO ANDRADE  
MVZ. ANDRES DUCOING WATTY



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.

## CONTENIDO

	<u>página</u>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
HIPOTESIS Y OBJETIVOS.....	7
MATERIAL Y METODO.....	8
RESULTADOS.....	11
DISCUSION.....	14
CONCLUSION.....	18
LITERATURA CITADA.....	19
CUADROS.....	22
GRAFICAS.....	25

## RESUMEN:

**VARGAS RUIZ HUMBERTO.** Efecto del sorbitol sobre ganancia de peso, conversión alimenticia y eficiencia alimenticia en becerras Holstein lactantes en estabulación. (Asesorado por el MVZ. Alfredo Kurt Spross Suárez, el MVZ. Teodomiro Romero Andrade y el MVZ. Andres Ducoing Watty).

El objetivo del trabajo fue determinar el efecto del sorbitol sobre Ganancia de peso, consumo de alimento, conversión y eficiencia alimenticia en becerras Holstein lactantes, para lo cual se utilizarón 100 animales con una edad y peso promedio de 5 días y 35 Kg respectivamente, asignados al azar en 5 grupos de 20 becerras cada uno, alimentadas con 4 litros de leche al día en una sola toma y alimento balanceado con 18% de proteína cruda. En la leche se adicionó el sorbitol durante 42 días, en cantidades de 1 ml para el grupo 2, 2 ml para el grupo 3, 3 ml para el grupo 4 y 4 ml para el grupo 5 Por becerro al día, las becerras del grupo 1 fueron las testigo o control. En ganancia diaria de peso hubo diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre el grupo control (0.429Kg) y el grupo 4 (0.334Kg). En consumo diario de alimento se observó diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) entre los grupos 2 (0.953Kg) y 4 (0.881Kg) con respecto al grupo control (1.379Kg). La menor conversión alimenticia la obtuvo el grupo control (2.96Kg) y la mayor fue para el grupo 2 (2.15Kg). En eficiencia alimenticia el grupo 2 fue mejor (0.465Kg) con respecto al

control (0.338Kg). En este trabajo la utilización de 1 ml de sorbitol por animal por día redujó significativamente la conversión alimenticia en 27.36%, mejoró la eficiencia alimenticia en 37.57%, disminuyó costos de alimentación en 27.8% e incrementó la utilidad por kilogramo de carne producida en 15.62%.

**INTRODUCCION:**

El hombre buscando satisfacer la demanda de alimentos ha alcanzado un alto nivel de tecnificación de las explotaciones intensivas, los objetivos que se persiguen con la tecnificación de la ganadería son numerosos. Sin embargo es necesario prestar primordial atención a los que más directamente se relacionan con los aspectos de producción y eficiencia para producir (22).

En nuestro país la crianza intensiva de becerras se puede considerar relativamente nueva, es a partir de 1974, cuando se comienzan a construir y operar centros de recría, para garantizar la reposición de vacas que actualmente son desechadas de los establos y disminuir los gastos que por adquisición de vaquillas en el extranjero se realizan anualmente (11,18).

La cría de becerras sanas, vigorosas y bien desarrolladas es una de las tareas principales de la industria lechera. El período más crítico de la vida de una becerro es el de los dos primeros meses de edad, durante este tiempo la becerro necesita de cuidados especiales que exigen manejo apropiado tanto en higiene como en alimentación (12). Las técnicas de alimentación se están modificando día a día, lo que ha repercutido en el mejor aprovechamiento y disponibilidad de los nutrientes y por consiguiente, se han mejorado los parámetros productivos y económicos de los hatos (5). Uno de los métodos más

utilizados para tal mejoramiento ha sido el empleo de aditivos en la dieta que no perjudiquen la salud de los animales ni produzcan efectos residuales en los derivados obtenidos de ellos (5,8). De los principales aditivos empleados en la alimentación de becerras están los energéticos ya que son determinantes para un crecimiento óptimo (11).

Desde un punto de vista nutricional, los lípidos constituyen una de las principales fuentes de energía para los animales prerumiantes, pero el empleo de dietas altas en grasas en becerras lactantes aumenta los riesgos de sufrir problemas metabólicos, además de que muestran con relativa frecuencia desórdenes hepáticos (1,27)

Una de las formas de obtener dicha energía es a partir de sustancias glucogénicas que incluyen a las hexosas, aminoácidos glucogénicos, al glicereol, a los intermediarios de la glucólisis y a los azúcares alcoholes, tales como el sorbitol (28). El sorbitol es un azúcar que se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza, principalmente en las frutas y se forma a partir de la hidrogenación de la glucosa. Dentro del organismo el sorbitol en humanos, ganado adulto y en ratas es convertido principalmente en fructosa por acción de la sorbitol deshidrogenasa hepática. Esto también se puede aplicar a becerras lactantes ya que hay una fructosemia después de la administración intravenosa de sorbitol o pocos días después del consumo de sorbitol. Algunos investigadores sugieren que la fructosa sirve como

fuerza de energía en los tejidos donde hace falta la acumulación de glucógeno. La fructosa en el feto puede contribuir grandemente a la biosíntesis de ácidos nucleicos (DNA y RNA) y en menor grado de lípidos y proteínas. Becerras inyectadas con fructosa intravenosa, poco después del nacimiento se muestran más vigorosas, lo mismo que becerras que consumieron sorbitol la primera semana de vida (3,4,7).

Se sabe que el sorbitol al pasar por el duodeno humano provoca la liberación de hormonas como la pancreozimina-colecistoquinina y secretina incrementando la secreción de bilis y enzimas pancreáticas mejorando así la digestión a nivel del intestino delgado (27), acelera el peristaltismo y el flujo intestinal, aunque un exceso de sorbitol puede tener un efecto contrario bloqueando el flujo gastrointestinal, acortando el tiempo de tránsito a través del duodeno y consecuentemente bajar la secreción de la pancreozimina y secretina con lo que se provoca también una disminución en el flujo de bilis (2,7,14); en humanos y en ratas intensifica la síntesis de triglicéridos, debido a que el sorbitol es convertido en fructosa la cual pasa como tal al hígado donde se convierte más en triglicéridos que en glucosa. El sorbitol también aumenta el contenido de glucógeno en el hígado y mejora la absorción de vitamina B12 (2,3,13).

En humanos produce un decremento en la colesterolemia y estercolesterolemia al igual que en becerras principalmente



a las dos semanas de edad (1,3). Por sus efectos sobre la secreción biliar y por favorecer el metabolismo del hígado se ha utilizado en humanos para mitigar insuficiencias hepáticas y desórdenes biliares (1,2,9,13,27). Estudios hechos en becerros lactantes muestran que el sorbitol incrementa el volumen de la bilis, principalmente en su concentración de minerales y aumenta la cantidad de sales biliares excretadas, por lo que se cree que el sorbitol tiene un efecto regulador en el metabolismo de lípidos (1,2,27); además mejora el consumo de alimento y la conversión alimenticia (2,26,27), mejora significativamente la ganancia de peso, principalmente entre las 2 y 8 semanas de edad (2,26), también se observó que ejerce cierta protección sobre los efectos dañinos del medio ambiente, mejorando el estado de salud y disminuyendo el riesgo de diarreas, infecciones pulmonares y artritis (2,3,7,26).

#### JUSTIFICACION:

El uso del sorbitol en la dieta de becerros lactantes tiene gran importancia ya que puede incrementar la ganancia de peso y por consiguiente la disminución del tiempo de estancia de las becerros en esta etapa. Además de que en México no existe información que indique que el sorbitol ha sido utilizado en la dieta de becerros holstein lactantes, por lo que es importante comprobar si mejora los parámetros productivos bajo las condiciones de nuestro país.

**HIPOTESIS:**

El sorbitol en la dieta de becerras lactantes de la raza holstein, aumenta cuantitativamente la ganancia de peso, la eficiencia alimenticia, la conversión alimenticia y consumo de alimento.

**OBJETIVOS:**

- 1.- Determinar el nivel de inclusión de 1 a 4ml de sorbitol más adecuado para becerras lactantes.
- 2.- Determinar la ganancia de peso por efecto del sorbitol.
- 3.- Evaluar el consumo de alimento por efecto de sorbitol.
- 4.- Determinar la conversión alimenticia por efecto del sorbitol.
- 5.- Determinar la eficiencia alimenticia por efecto del sorbitol.

**MATERIAL Y METODO:**

El presente trabajo se realizó en la etapa de lactancia del centro de recría del Complejo Agropecuario Industrial Tizayuca (C.A.I.T.) localizado en el municipio de Tizayuca, Estado de Hidalgo, en el Km 51.5 de la carretera federal México-Pachuca (N° 85), con una situación geográfica de 19°50'21" de latitud norte y 98°58'50" de longitud oeste del meridiano de Greenwich a 2,270 msnm, con un clima C(Wo), h(e)g que es el más seco de los climas subhúmedos, con una temperatura media anual de 16.3°C y una precipitación pluvial promedio anual de 603mm (10).

**MATERIAL:**

Se utilizaron 100 becerras Holstein, con una edad promedio de 5 días y un peso promedio de 35Kg, asignadas al azar en 5 lotes de 20 animales cada uno y mantenidas en corraletas de madera individuales durante un periodo 55 días en promedio dentro de una sala de lactancia totalmente cerrada y con ventilación controlada.

Para su alimentación se le proporcionó a cada becerro 4 litros de leche al día, en una sola toma en cubetas de plástico con capacidad para 4 litros y alimento balanceado (concentrado) con 18% de proteína cruda y 30g de harina de alfalfa, también en cubetas de plástico, empezando con 100g de alimento balanceado que se fue incrementando de acuerdo

al consumo que se registró y a las necesidades de cada animal.

#### **TRATAMIENTOS:**

A cada uno de los grupos de becerras se les proporcionó el sorbitol de la siguiente forma:

TRATAMIENTO 1: Grupo control o testigo sin sorbitol.

TRATAMIENTO 2: 1ml de sorbitol por animal por día.

TRATAMIENTO 3: 2ml de sorbitol por animal por día.

TRATAMIENTO 4: 3ml de sorbitol por animal por día.

TRATAMIENTO 5: 4ml de sorbitol por animal por día.

#### **METODO:**

El sorbitol, que viene en forma líquida se adiciono diariamente a cada becerro en la leche al momento de ser suministrada. El sorbitol se midió y se aplicó con una jeringa de 20ml.

Las becerras se pesaron con una báscula ganadera móvil con capacidad para una tonelada a su ingreso en la sala y posteriormente al final de la prueba por la mañana y en ayunas cuando término el período de lactancia, para determinar la ganancia de peso. El consumo de alimento se determinó en forma individual diariamente y al término del experimento se obtuvo el consumo promedio por grupo de animales, a través de la cantidad ofrecida menos la cantidad rechazada. La conversión alimenticia se determinó por el consumo de alimento en Kg sobre el aumento de peso,

expresado en kg, la eficiencia alimenticia se determinó por el aumento de peso corporal en Kg sobre el consumo de alimento en Kg.

#### **ANALISIS ESTADISTICO:**

Los datos obtenidos de cada una de las variables fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza, en la cual para ganancia de peso se incluyó el peso inicial como covariable y para conversión alimenticia y eficiencia alimenticia sólo se consideró el efecto del tratamiento, de acuerdo a los lineamientos de Snedecor y Cochran (23), y las diferencias entre medias fueron comparadas con la prueba de Tukey según Steel and Torrie (24).

**RESULTADOS:**

Las becerras utilizadas en la prueba ingresaron con una edad promedio de  $6.2 \pm 6.75$  días y con un peso promedio de  $35.83 \pm 4.81$  Kg haciendo la aclaración que casualmente la mayoría de las becerras del grupo 1 o control ingresaron con una edad (7.5 días) y un peso ( $38.65 \pm 3.89$  Kg) en promedio mayor que las demás.

Los resultados obtenidos para ganancia total de peso no muestran diferencia estadísticamente significativa ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos con respecto al grupo control, (cuadro 1). Sin embargo, en ganancia diaria de peso, se observó una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre el grupo control y el grupo 4 (con 3 ml de sorbitol), ya que el grupo que obtuvo la mayor ganancia de peso total y ganancia diaria de peso fue el grupo control con  $20.650 \pm 4.081$  Kg y  $0.429 \pm 0.079$  Kg en promedio respectivamente y la menor ganancia de peso total y diaria fue para el grupo 4 con  $16.765 \pm 7.267$  Kg y  $0.334 \pm 0.126$  Kg en promedio respectivamente, sin que los grupos 2, 3 y 5 presenten diferencia significativa entre los grupos 1 y 4 (cuadro 1).

En el consumo diario de alimento se presentó diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) entre el grupo control y los grupos 2 y 4 (1 y 3 ml de sorbitol respectivamente). El grupo control tuvo un consumo promedio diario de  $1.379 \pm 0.608$  Kg de alimento balanceado

(concentrado) y los grupos 2 y 4  $0.953 \pm 0.385$  Kg y  $0.881 \pm 0.273$  Kg respectivamente (cuadro 2).

En cuanto al consumo total de alimento también se presentó diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) entre el grupo control y los grupos 2 y 4 con  $61.095 \pm 28.018$  Kg de consumo de alimento balanceado en el grupo control y de  $41.883 \pm 19.592$  Kg y  $40.064 \pm 13.022$  Kg de concentrado para los grupos 2 y 4 respectivamente.

En la conversión alimenticia y eficiencia alimenticia el grupo 2 con 1 ml de sorbitol presentó una conversión alimenticia de 2.15 Kg y una eficiencia alimenticia de 0.465 Kg que fue la mejor de todos los grupos, representando un 27.36% y 37.57% respectivamente (Gráfica 1), en relación al grupo control que mostró una conversión alimenticia de 2.96 Kg y una eficiencia alimenticia de 0.338 Kg que muestra los peores resultados con respecto a los grupos en tratamiento (cuadro 2).

Al realizar un análisis de costos para determinar si resulta redituable, a estas dosis utilizar el producto comercial a base de sorbitol usado en esta prueba como aditivo en la alimentación diaria de las becerras, se observó que el grupo 2 (1 ml de sorbitol en la dieta) aporta un ahorro del 27.8% con respecto al grupo control del costo por concepto de alimentación durante el periodo de lactancia (cuadro 3).

La mayor utilidad neta obtenida, también se observa en el grupo 2 con una ganancia de 15.62% más que el grupo

control (Gráfica 2), seguida por el grupo 3 con 7.37% y el grupo 4 con 3.84% más que el grupo control, el grupo 5 con 4 ml de sorbitol fue el único que presentó una menor utilidad y un mayor costo por Kg de carne producida con respecto al grupo control (cuadro 3).



**DISCUSION:**

En ganancia de peso no hubo diferencia entre los grupos en tratamiento y el grupo control, debido tal vez a las dosis empleadas y al tiempo durante el cual las becerras recibieron el sorbitol en la dieta ( $41.65 \pm 6.19$  días) que es cuando se realizó el destete en relación al tiempo en que fueron pesadas ( $48.61 \pm 5.22$  días) que es el momento en que se realiza el traspaso a la siguiente etapa. Algunos investigadores han encontrado ganancias de peso significativas en becerras, pero a diferentes dosis que por lo regular son más altas y los pesos en este trabajo fueron registrados a diferentes edades, por lo que el sorbitol puede ser más efectivo para ganancia de peso durante las primeras semanas de vida (2,7).

En esta prueba la mayor ganancia de peso diaria y total se observa en el grupo control, probablemente a que las becerras de este grupo tenían, por casualidad la mayor edad y el mayor peso en promedio, al ingreso que las becerras de los grupos en tratamiento y como ya se mencionó anteriormente las dosis usadas para lograr este objetivo fueron bajas y las becerras se pesaron varios días después del destete, por cuestiones de manejo en el centro de recría.

Algunos investigadores han encontrado que el sorbitol es benéfico para las becerras lactantes que reciben dietas altas en grasas y un consumo alto de alimento, puesto que se

creo que éstos son dos factores desfavorables para el metabolismo de las becerras (1,2,3). Por lo que se puede considerar que el sorbitol en la dieta de becerras lactantes es útil para, disminuir considerablemente el consumo de alimento sin que se vea afectada o disminuida la ganancia de peso (1,9,27).

Esto es muy importante ya que los grupos 2 y 4 presentaron el menor consumo de alimento ( $P < 0.05$ ) con respecto al grupo control y al mismo tiempo mejoró la conversión alimenticia y eficiencia alimenticia principalmente en el grupo 2, lo que demuestra que el sorbitol a una dosis de 1 ml por día (0.7g/d) tiene un efecto positivo sobre el consumo de alimento disminuyéndolo y a la vez mejorando la conversión y eficiencia alimenticia sin interferir sobre la ganancia de peso, esto concuerda con los resultados obtenidos en otros experimentos, donde también se observó una mejora en la eficiencia alimenticia y conversión alimenticia, aunque las dosis de sorbitol usadas en estos trabajos son muy distintas a las del presente experimento, por lo que se puede pensar que el sorbitol a diferentes dosis es útil para disminuir el consumo de alimento (1,2,7,26).

En consecuencia el menor costo por concepto de alimentación se observó en el grupo 2 con 1 ml de sorbitol por día y se obtuvo la mayor utilidad por los kilogramos de carne producidos si las becerras fueran vendidas para abasto al final de la lactancia, seguido por los grupos 3 y 4 que

obtuvieron también una mayor utilidad que el grupo control, en el grupo 5 con 4 ml de sorbitol se observó una utilidad menor al grupo control, aunque el costo por alimentación es menor y su conversión alimenticia es mejor al grupo control.

Las becerras a lo largo de toda la prueba sufrieron de problemas digestivos y respiratorios principalmente, presentándose un solo caso de artritis en el grupo control. Se podría decir que la cantidad y severidad de las diarreas se encuentra dentro de los rangos normales para becerras de esta edad (3.9 días en promedio) y las neumonías muy probablemente fueron debidas a que se presentaron cambios bruscos de temperatura durante la prueba, aunque en general la temperatura promedio fue de 16.5°C (9-22°C) y la humedad relativa de 62% (40-85%).

Esto puede indicar que el sorbitol no tuvo ningún efecto sobre la salud de las becerras, aunque todas las que enfermaron respondieron bien al tratamiento con antibióticos, analgésicos y fluidos orales e intravenosos.

Aunque no es parte de los objetivos de este experimento determinar la utilidad del sorbitol sobre el estado de salud de las becerras, se observó que el sorbitol a las dosis utilizadas durante esta prueba (.7g, 1.4g, 2.1g y 2.8g por becerro por día.) no tiene ningún efecto sobre la presentación de diarreas y neumonías, como lo mencionan algunos investigadores que han encontrado que por el uso del sorbitol se disminuyen las diarreas y se mejora el estado de salud en general de la becerras, aunque estos autores han

usado diferentes dosis de sorbitol (2,7,26), que son más altas a las utilizadas en este experimento, por lo que tal vez las dosis usadas son insuficientes para ayudar a prevenir o detener diarreas. Además de que las condiciones en que se realizaron las pruebas son muy distintas en cuanto al número de becerras utilizadas y selección de las mismas, alimentación, instalaciones, temperatura y humedad relativa, ya que esta prueba se realizó en la forma como se lleva a cabo normalmente el manejo en una sala de lactancia de este centro de recría, de tal manera que los resultados obtenidos fueran reales y prácticos.

**CONCLUSION:**

Por los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

En ganancia de peso hubo diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) entre los grupos experimentales, que presentaron la menor respuesta con respecto al control, por lo que los niveles de sorbitol (1, 2, 3 y 4 ml) en la dieta, empleados en este experimento no son recomendables para mejorar la ganancia de peso en becerras Holstein lactantes.

En cuanto a conversión alimenticia y eficiencia alimenticia los mejores resultados se obtuvieron en el grupo 2, por lo que la dosis de 1 ml o 0.7g de sorbitol por becerro al día resultó en este trabajo ser la más efectiva para disminuir significativamente la conversión alimenticia en 27.36% y mejorar la eficiencia alimenticia en 37.57%.

En el análisis de costos se observó que las dosis empleadas de 1, 2, 3 y 4 ml de sorbitol por becerro al día, presentaron el menor costo por concepto de alimentación (-27.8%, -17.0%, -25.5% y -8.9% respectivamente) y la mayor utilidad por kilogramo de carne producida, se presentó en los niveles de 1, 2 y 3 ml por becerro al día, con 15.62%, 7.37% y 3.84% respectivamente.

Se sugiere la realización de otros experimentos en los cuales se incluyan diferentes niveles de sorbitol y becerras en distintas etapas de desarrollo.

## LITERATURA CITADA.

- 1) BAUCHART, D.: Evolution avec l'âge de la cholestérolémie et de la triglycéridémie postprandiales chez la veau préruminant; influence de l'ingestion de sorbitol. Reprod. Nutr. Dévelop., 23 (1): 81-92 (1983).
- 2) BAUCHART, D., AUROUSSEAU, B. and AUCLAIR, E.: Addition of sorbitol to a milk substitute for veal calves. I. Effects on health, growth and feed conversion. Reprod. Nutr. Dévelop., 25 (2): 399-410 (1985).
- 3) BAUCHART, D., AUROUSSEAU, B., AUCLAIR, E. and LABARRE, A.: Addition of sorbitol to a milk substitute for veal calves. II. Effects on plasma, liver and muscle lipids. Reprod. Nutr. Dévelop., 25 (2): 411-425 (1985).
- 4) BRENNER, K.V., and KOLB, F.E.: Studies into parenteral administration of sorbitol solution and its impact on sorbitol, glucose, fructose and lactate levels in the blood of cattle, sheep and piglets. Vet. Bull. 47: 394 (abstr.) (1977).
- 5) CABELLO, F.E. Y MARTINEZ, C.S.: Manual de operaciones de un hato lechero. Ed. Laboratorios Sanfer, Méx. (1984).
- 6) DANIELS, L.B., PIPER, E.L., RAKES, J.M. and FLYNN, C.J.: Evaluation of and injection of fructose at birth on the metabolic efficiency of dairy calves. Nutr. Rep. Int. 20 (b1): 865 (1979).
- 7) DANIELS, L.B., PETERSON, R.L., PIPER, E.L. and RAKES, J.M.: Sorbitol in diet of young dairy calves. J. Dairy Sci. 64: 449-453 (1981).
- 8) DE ALBA, J.: Panorama actual de la ganadería mexicana, Memorias del Seminario Internacional de ganadería en los trópicos. Financiamiento de la producción. (1976).
- 9) DURAND, D., BAUCHART, D. and LEVAIVRE, J.: In vivo hepatic balance of lipids and glucose in the calf; effect of sorbitol intake. Can. J. Anim. Sci.: 64 (suppl.): 238-239 (1984).
- 10) GARCIA, E.: Modificaciones del sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. 1979.
- 11) GAYTAN GARCIA T.: Alimentación de becerras de reemplazo en condiciones de confinamiento. Crianza de Becerras del 21 al 23 de Noviembre de 1979. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM (Octubre 1981) pp. 128-167.

- 12) HODGSON, H.E. y REED, O.E.: Manual de lechería para la América tropical. Publicación TC-280. Washington, D.C.
- 13) HOSHI M.: Clinical application of sorbitol in patients with diabetes mellitus and in patients with liver disease. Med. J. Osaka Univ. 14: 47-60 (1963).
- 14) KOOPMANS, H.S. and MAGGIO, C.A.: The effects of specified chemical meals on food intake. Amer. J. Nutr. 31: 267-272 (1978)
- 15) MARTIN, W.D., MAYES, A.P., RODWELL, W.V. y ASOC.: Bioquímica de Harper 8ª edición, Ed. El Manual Moderno. México, D.F. 1982.
- 16) PEREZ, D.M.: Manual sobre ganado productor de leche. 1ª Ed. DIANA. México, D.F. 1984.
- 17) PEREZ, D.M. y PAYAN R.M.: La ganadería en México y en el mundo, SARH México (1985).
- 18) Programa específico de producción, abasto y control de leche de vaca. 1983-1988. Dirección General de Política y Desarrollo Agropecuario y Forestal (SARH) (1986).
- 19) REMOND, B. and JACQUIER, C.: Effet de l'addition de sorbitol á la ration des vaches laitières en début de lactation sur leurs performances et sur quelques paramètres sanguins. Reprod. Nutr. Dévelop. 26 (1B): 365-366 (1986).
- 20) RICHET, E., THIVEND, P. and LEFAIVRE, J.: Absorption du sorbitol par la paroi du rumen chez le mouton. Reprod. Nutr. Dévelop. 28 (1): 189-190 (1988).
- 21) ROY, J.H.B.: El ternero Vo. II Ed. ACRIBIA 1972.
- 22) SANCHEZ DURON A.: Tecnicación de la ganadería Mexicana. Ed. LIMUSA. 1984.
- 23) SNEDECOR, G.W. and COCHRAN, W.G.: Statistical methods Th. Ed. Iowa State University Press. Ames, Iowa 1980.
- 24) STEEL, R.G.D. and TORRIE, J.H.: Principles and procedures of statistics. Secon Ed. McGRAW-HILL Tokyo japan. 1980.
- 25) STURTON, G., PRITCHARD, P.H., HAN, L.Y. and BRINDLEY, D.N.: The involvement of phosphatidate phosphohydrolase and phospholipase a activities in the control of hepatic glycerolipid synthesis. effect of acute feeding with glucose, fructose, sorbitol, glycerol and ethanol. Biochem. J. 174: 667-670 (1978).

- 26) THIVEND, P.: Influence du sorbitol dans l'alimentation du veau de boucherie. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA. 50: 47-50 (1982).
- 27) THIVEND, P. , DEBARRE, M., LEFAIVRE, J. and TOULLEC, R.: Influence of sorbitol on biliary secretion in the preruminant calf. Can. J. Anim. Sci. 64: (suppl.), 102-103 (1984).
- 28) WHITH, A., HANDLER, P., SMITH, E.L., HILL, R.L. y LEHMAN, I.R.: Principios de bioquímica 6ª Ed. 2ª Ed. en español Ed. MCGRAW-HILL (1983).



CUADRO 1

Efecto del sorbitol sobre ganancia de peso en  
becerras Holstein lactantes en estabulación

		TRATAMIENTOS				
		1	2	3	4	5
Peso Inicial (Kg).	$\bar{X}$	38.650	34.111	34.632	34.882	36.611
	DS	3.897	5.132	4.657	4.755	4.578
	n	20	18	19	17	18
Peso Final (Kg).	$\bar{X}$	59.300	53.611	53.842	52.235	55.222
	DS	5.713	4.629	6.543	7.496	5.330
	n	20	18	19	17	18
Ganancia Total (Kg).	$\bar{X}$	20.650	19.500	19.210	16.765	18.611
	DS	4.081	5.843	4.035	7.267	4.075
	n	20	18	19	17	18
Ganancia Diaria (Kg).	$\bar{X}$	0.429a	0.410ab	0.385ab	0.334b	0.394ab
	DS	0.079	0.130	0.077	0.126	0.090
	n	20	18	19	17	18

A letras diferentes por renglón, diferencia estadísticamente significativa. (P<0.05).

CUADRO 2

Efecto del sorbitol sobre consumo de alimento, conversión y eficiencia alimenticia en becerras Holstein lactantes en estabulación.

		TRATAMIENTOS				
		1	2	3	4	5
Consumo diario (Kg).	$\bar{X}$	1.379a	0.953b	1.006ab	0.881b	1.070ab
	DS	0.608	0.385	0.363	0.273	0.395
	n	20	18	19	17	18
Consumo total (Kg).	$\bar{X}$	61.095a	41.883b	46.210ab	40.064b	46.700ab
	DS	28.018	19.592	17.373	13.022	18.888
	n	20	18	19	17	18
Conversión alimenticia		2.96	2.15	2.40	2.39	2.51
Eficiencia alimenticia		0.338	0.465	0.416	0.418	0.398

A letras diferentes por renglón, diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ).

### CUADRO 3

ANALISIS DE COSTOS POR EL USO DEL SORBITOL Y UTILIDAD OBTENIDA POR Kg DE CARNE PRODUCIDA  
EN BECERRRAS HOLSTEIN LACTANTES EN ESTABILACION.

TX	C.T.A (Kg)	C.A.*	K.A.X	G.T.P. (Kg)	C.A.C.(Kg)	P.A.* a	C.C./Kg**	U.N.	U.X
1	61.095	\$35,435.		20.650	2.96	\$580.	\$1,716.80	\$2,583.2	
2	41.883	\$25,586.	-27.8	19.500	2.15	\$610.89	\$1,313.41	\$2,986.59	+15.62
3	46.210	\$29,390.	-17.0	19.210	2.40	\$636.	\$1,526.40	\$2,773.6	+7.37
4	40.064	\$27,118.	-23.5	16.765	2.39	\$676.87	\$1,617.72	\$2,682.28	+14.84
5	46.700	\$32,261.	-8.9	18.611	2.51	\$690.81	\$1,733.93	\$2,566.07	-0.66

\* Precio del alimento balanceado \$580./Kg. (Agosto 1990).

\*\* Precio de 1 Kg de carne en pie para abasto \$4,300. (Agosto 1990).

a Precio de 1 ml de sorbitol (Producto comercial) \$28.75.

CTA = Consumo total de alimento.

CA = Costo por concepto de alimentación incluyendo el precio del aditivo.

KA = Costo de alimentación expresado en porcentaje  
GTP = Ganancia total de peso.

CAC = Consumo de alimento por Kg de carne producido.

PA = Precio por Kg de alimento incluyendo el aditivo.

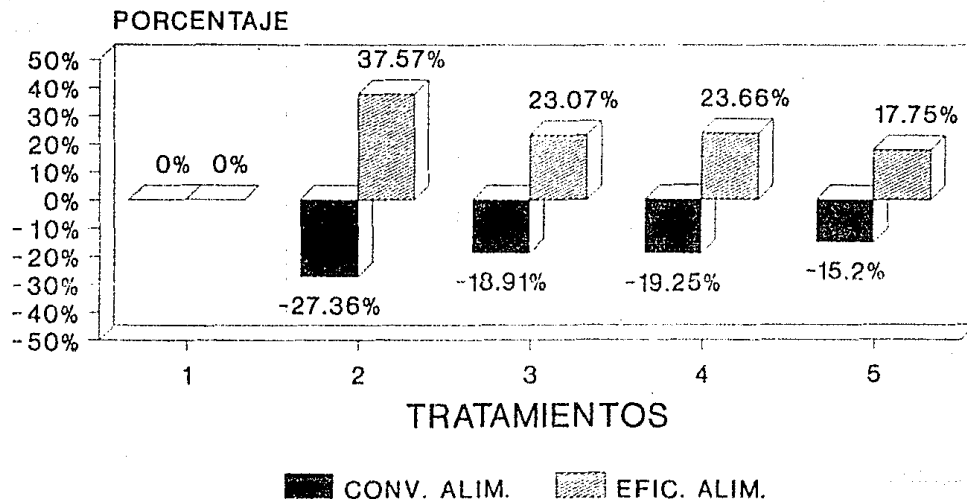
CC = Costo por Kg de carne producida.

UN = Utilidad neta por Kg de carne producida.

U = Utilidad por Kg de carne producido expresado en porcentaje.

# GRAFICA 1

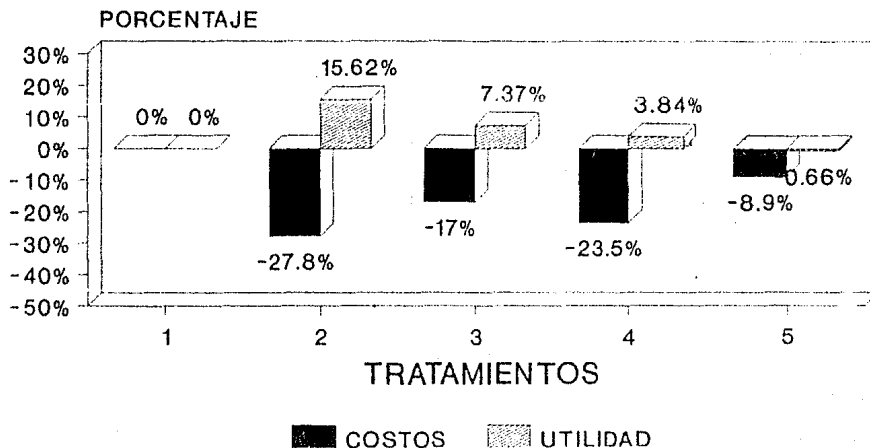
## CONVERSION Y EFICIENCIA ALIMENTICIA



Los números negativos indican que los valores son menores al grupo control

# GRAFICA 2

## COSTO DE ALIMENTACION Y UTILIDAD/Kg DE CARNE PRODUCIDA



Los números negativos indican que los valores son menores al grupo control