

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS



**"EFECTO DE LA INCLUSION DE VIRGINIAMICINA EN DIETAS PARA
GANADO BOVINO DE ENGORDA EN CORRAL"**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
**MEDICO VETERINARIO Y
ZOOTECNISTA**

PRESENTA

FRANCISCO JAVIER RAMOS MARES

DIRECTOR DE TESIS: PhD JOSE MANUEL ZORRILLA RIOS

ASESOR DE TESIS: MVZ DAVID LICEAGA RIVERA

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL., FEBRERO DE 1997

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Por sentirlo cerca en los momentos más difíciles.

A MIS PADRES, Marcelino y Elisa;
Y A MIS HERMANOS Lucy, Duvy,
Lety, José Luis, Aurora, Lupe,
Tino, Marina, Angelica, Elena y
Jovita:

No hay palabras para agradecer todo lo que han hecho por mí.

A MI ALMA MAJER, Y A LA EX.FMVZ.

Gracias por darme la oportunidad de formarme.

A MIS MAESTROS:

Por compartir sus conocimientos y experiencia.

A MIS AMIGOS:

Por los momentos compartidos y por su incondicional apoyo, especialmente a Omar y a Pancho.

A MIS TIOS Y PRIMOS

En especial a mi tía Jovita.

A MI DIRECTOR DE TESIS, PhD. JOSE
MANUEL ZORRILLA RIOS:

Gracias por su tiempo, apoyo y
conocimientos.

A MI ASESOR DE TESIS, MVZ DAVID
LICEAGA RIVERA:

Por su dedicación, paciencia y
saber. Gracias por ser a un tiempo
maestro y amigo.

A EL CENTRO DE INVESTIGACIONES
PECUARIAS DEL ESTADO DE JALISCO:

Por las facilidades prestadas
para la realización de este trabajo.

A EL PERSONAL DEL CIPEJ:

Gracias por hacerme sentir cómo
en casa.

A EL LAC. RODRIGO GUERRERZ:

Por facilitar las instalaciones
y semovientes del rancho El
Mezquite para llevar a cabo el
experimento.

A EL MVZ ARSURO ROMERO B.

Por su colaboración en la
realización del experimento.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	i
INTRODUCCION	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
JUSTIFICACION	7
HIPOTESIS	8
OBJETIVOS	9
MATERIAL Y METODO	10
RESULTADOS	13
DISCUSION	17
CONCLUSIONES	21
BIBLIOGRAFIA	22

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y BIOTECNOLOGÍAS
BIBLIOTECA CENTRAL

RECONOCIMIENTO

La ejecución de esta investigación recibió apoyo económico parcial por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Sistema de Investigación José María Morelos, a través del proyecto No. 95 - 01 - 020 : Tecnología para el Crecimiento y Finalización de Ganado Bovino.

RESUMEN

El uso de aditivos es una de las herramientas más importantes en la alimentación de ganado bovino de engorda. Entre ellos se encuentra la Virginiamicina (VM), un antibiótico que actúa como promotor del crecimiento al modificar favorablemente las características de la fermentación ruminal. Además, en dietas con altos niveles de carbohidratos fácilmente fermentables, disminuye los riesgos de acidosis. Con el fin de determinar a nivel comercial el efecto de la inclusión de VM en dietas para bovinos de engorda en corral, se corrió una prueba en el rancho El Mezquite, ubicado en Valle de Guadalupe, Jalisco. Se utilizaron 160 toretes cruzados de cebú con diferentes tipos y proporciones de ganado europeo; los cuales se distribuyeron al azar en un diseño con dos tratamientos (-VM y +VM) y cuatro repeticiones. El peso inicial fue de 313.7 kg. para -VM y de 312 kg. para +VM. La duración del estudio fue de 91 días, divididos en 4 periodos, el primero de 28 días y los restantes de 21 días. Se midieron los pesos intermedios en cada periodo, el consumo diario de alimento por corral y los animales con signos de acidosis. Se utilizó una dieta comercial en la que se incluyó grano de sorgo, ensilaje y rastrojo de maíz, canola, gluten de maíz, almidón, pollinaza y minerales. Los consumos de materia seca fueron de 11.35 y 10.57 kg. para -VM y +VM respectivamente, encontrando diferencias entre estos ($P < 0.04$), teniendo efecto sobre el consumo de nutrimentos: proteína cruda 1.44 vs 1.33 kg. ($P < 0.04$), consumos de energía neta para ganancia con 11.37 vs 10.5 Mcal ($P < 0.07$) y de nutrimentos digeribles totales 7.7 vs 7.06 kg. ($P < 0.04$). Las ganancias diarias de peso fueron de 1.34 vs 1.40 kg. para -VM y +VM respectivamente no encontrando diferencias ($P < 0.33$). Para la conversión alimenticia se encontró un valor de 8.49 vs 7.51 kg. de alimento por kg. de incremento de peso, respectivamente para ambos tratamientos, no mostrando diferencias significativas entre estos ($P < 0.07$). El hecho de obtener una GDP más alta y un menor consumo de materia seca, se tradujo en una mejor conversión alimenticia (numéricamente). Esta respuesta sugiere que sí hubo un efecto positivo por la inclusión de la VM, posiblemente debido a que ocurrió una mejor utilización de la energía al modificarse la fermentación ruminal. El consumo de materia seca se vio disminuido con la inclusión de VM en la dieta y el estudio económico permite recomendar la inclusión de este antibiótico en la dieta de ganado bovino de engorda como promotor de crecimiento.

INTRODUCCION

Los microorganismos son una parte integral del tracto gastrointestinal del ganado. La microflora de los rumiantes tiene funciones que incluye la hidrólisis de celulosa, conversión de nitrógeno no proteico a aminoácidos esenciales y producción de vitaminas. Los microorganismos ruminales también tienen efectos detrimentales, que incluyen la acidosis láctica. Las ineficiencias incluyen producción de gas metano (desperdiciando energía), desbalance en el rumen en relación energía-productos finales y la degradación de aminoácidos esenciales (3).

Desde 1950 algunos antibacterianos se han considerado útiles como promotores de crecimiento en la producción animal, especialmente en aves, cerdos y más recientemente en bovinos (13, 18).

El uso de aditivos tales como antibióticos, los cuales promueven el crecimiento, aumentan la tasa de conversión alimenticia y mejoran la salud de los animales; si bien no tienen un valor nutritivo directo, deben ser incluidos entre los métodos que contribuyen a aumentar la producción y rendimiento en engordas intensivas de ganado (8, 9, 12, 13, 18).

Los ionóforos Lasalocida y Monensina son los antimicrobianos usados más extensamente en la industria del ganado para incrementar la eficiencia en la utilización de alimento. Los ionóforos-antibióticos alteran las características de la fermentación resultando en cambios metabólicos favorables en el rumen. Estas alteraciones son generalmente atribuidas a cambios en la población microbiana. Estudios in vitro han demostrado que las bacterias productoras de hidrogeno, ácido fórmico, ácido láctico y ácido butírico son susceptibles a Lasalocida y Monensina, mientras que las productoras de ácido succínico y las fermentadoras de ácido láctico tienden a ser resistentes. Debido a la gran aceptación de Lasalocida y Monensina en la industria del ganado, varios compuestos antimicrobianos como Avoparcina, Laidlomycina, lysocellina, Narasina, Salinomycina, Thiopeptina y Virginiamicina están siendo investigados como posibles aditivos alimenticios. Los cambios metabólicos en el rumen inducidos por algunos de los potenciales aditivos alimenticios han demostrado ser similares a los inducidos por Lasalocida y Monensina (8, 9, 11).

Entre la diversidad de aditivos alimenticios potenciales se encuentra la Virginiamicina (VM), que es un antibiótico producido por el *Streptomyces virginiae*, aislado en 1954 de una muestra de tierra belga, por De Somer y Van Dijck. Son sinónimos de la VM: Staphylomycin, Virgimycin, Antibiótico No.

899, SKF7988, Eskalin, Stafac y Staphylomycine. La VM es un compuesto natural de 2 peptólidos llamados Factor M (lactona macrocíclico) y Factor S (polipéptido cíclico), que tienen un efecto sinérgico. Esta característica la diferencia de los demás antibióticos promotores de crecimiento. El factor M tiene un peso molecular de 525 y constituye el 80% de la VM, mientras que el restante 20% lo aporta el Factor S; cuyo peso molecular es de 823. Los factores M y S actúan sinérgicamente. El factor S potencializa la actividad del factor M (13, 18).

La VM tiene principalmente efecto contra bacterias Gram positivas; actúa penetrando la pared celular de la bacteria, aglutinando la subunidad ribosomal 50 S, bloqueando la síntesis de proteínas al inhibir la formación de los enlaces peptídicos (5, 13, 18).

El efecto de la VM puede ser bacteriostático, bactericida o bacteriopausico (cuando pequeñas concentraciones entran en contacto con la pared celular por cortos periodos de tiempo, se inhibe su crecimiento por un largo tiempo después de que se retira el antibiótico) (18).

La VM no ha presentado problemas de resistencia. Ello se debe a la acción sinérgica entre los factores M y S, y a que no actúa sobre bacterias Gram negativas, fuente de la resistencia transmisible. Es, además un antibiótico seguro. Pobremente absorbido por el intestino del rumiante, no se detectan partículas biológicamente activas en leche, músculo y grasa. Los niveles traza detectados en hígado y riñón son microbiológicamente no activos, y ello es como resultado de la degradación de la Virginiamicina hasta aminoácidos o pequeños péptidos, los cuales pueden ser incorporados hasta proteínas endógenas. Por lo anterior, alimentar con VM al ganado no produce residuos tóxicos para el humano. Por otra parte, se conoce que no causa efecto polucionante sobre el medio ambiente, ya que de la excretada por las heces, el 80% se degrada en 3 días a temperatura ambiente (3, 18, 20).

La preñez no se ve afectada por la ingesta de VM a dosis altas (100 y 500 ppm). Tampoco se han observado lesiones atribuibles a la Virginiamicina (5).

Los antibióticos empleados como aditivos en dietas para rumiantes, en general tienen los siguientes efectos:

- a) Destruyen bacterias ruminales que utilizan diversos nutrientes como sustrato y que producen metabolitos no deseables (ácido láctico y metano) para una eficiente utilización de la energía, así como

bacterias intestinales que al utilizar nutrientes impiden que estos sean absorbidos.

- b) Evitan la infección subclínica.
- c) Reducen la producción de sustancias tóxicas, como amoníaco, por la flora intestinal.
- d) La pared intestinal de los animales que los reciben es menos gruesa, lo que mejora la absorción de las sustancias alimenticias; en particular la lisina.

En el caso de la VM, el primero de los efectos es el que ha sido más estudiado (12, 18).

S. bovis y Lactobacillus spp., bacterias ruminales que producen ácido láctico, así como las productoras de ácido butírico, fórmico o hidrógeno son extremadamente sensibles a la VM, mientras que las bacterias que producen ácido succínico o fermentan ácido láctico (Megasphaera elsdenii) son resistentes (6, 8).

La VM y Thiopeptina parecen ser mejores inhibidores de las bacterias productoras de ácido láctico que Avoparcina, Tylosina, Monensina, Lasalocida y Clortetraciclina (5, 8).

Al modificarse la población bacteriana por la acción de aditivos antimicrobianos, se produce menos acetato, butirato y metano, y más propionato. Además, la degradación de proteína y aminoácidos es menor (5, 8, 9).

En relación a su efecto sobre protozoarios, los cambios en la cuenta de esta población sugieren que hay un efecto tóxico de la VM sobre ellos, pero aparentemente ese efecto es transitorio indicando posible adaptación (7).

Además, controla la producción de ácido láctico y previene su acumulación en el rumen, con un efecto deseable en el pH ruminal. Ello sugiere que la VM podría ayudar a estabilizar el consumo y bajar la incidencia de rumenitis, acidosis ruminal y abscesos hepáticos en ganado que consume dietas altas en carbohidratos solubles en el rumen (4, 5, 6, 13, 15).

La VM, al ser incluida en dietas con alto contenido de grano para ganado bovino de engorda tiene un efecto como promotor de crecimiento produciendo un incremento en el crecimiento y en la eficiencia de la utilización del alimento, sin efecto sustancial en el consumo del mismo (5, 12, 13).

En una prueba en la que se comparó el efecto de la inclusión de VM en 0, 10, 25 y 50 ppm en el rendimiento y características de la canal en novillos no implantados alimentados con una ración basada en ensilaje de maíz durante las fases de crecimiento (112 días) y de finalización (133 días), se mejoró el promedio de ganancia diaria de 2 a 5%, la eficiencia en la conversión alimenticia de 1 a 7%, el peso de la canal en caliente de 1.5 a 2% y se redujo la incidencia de abscesos hepáticos de 1/3 a 3/4 partes (19).

Al reducir el riesgo de acidosis asociada con alimentación con grano, el manejo del ganado puede ser simplificado y por lo tanto los productores son capaces de alimentar con granos estratégicamente, ya sea para finalizar novillos, suplementar hembras o mantener el ganado durante la sequía (2, 14, 24).

En el caso de ganado productor de carne, la inclusión de VM en dosis de 20 ppm mejoró la tasa de crecimiento en 6.25% y la conversión alimenticia en 3.3%. La respuesta fue menor en la fase de engorda, dónde la dosis de VM fué de 30 ppm (5).

Resultados distintos han sido reportados. En una prueba con 133 toretes en la que se hizo comparación de tres periodos (el periodo I comprende de la semana 1 a la 7, el periodo II de la 8 a la 16 y periodo III de la 17 al mercado), la mejor respuesta a la inclusión de VM en la dieta se obtuvo en el tercer periodo, es decir, en la fase final de engorda, y en menor grado en el segundo periodo. Resultados similares se observaron con la suplementación con VM a reemplazos de leche, dónde se produjo un significativo aumento en la conformación, tasa de crecimiento y conversión alimenticia en el último período (12).

Con el empleo de la VM, es posible realizar una súbita introducción a dietas basadas en grano sin detrimento en la tasa de crecimiento o en la eficiencia alimenticia e inclusive es posible mejorar estos parámetros (1, 2, 14, 15, 22, 23, 24, 25).

Otra opción es alimentar el ganado ofreciendo grano a intervalos semanales, cuando se tiene forraje disponible, como una alternativa a ofrecerlo en forma diaria. La cantidad de grano a suplementar dependerá de la calidad del forraje y de la respuesta deseada. Los resultados que se han obtenido en relación a cambios de peso vivo y conversión alimenticia han sido similares a los que reciben el grano diariamente. Aun cuando la GDP y la CA sean inferiores, los beneficios obtenidos por la reducción en la mano de obra podrían ser lo suficientes como para justificar la alternativa de manejo. Cuando el grano se ofrece dos veces por semana, los resultados no han sido tan

buenos como los obtenidos cuando se ofrece una sola vez, lo cual se debe probablemente a la gran variación en el consumo diario, lo que propiciaría una baja en la eficiencia alimenticia (1, 2, 14, 24, 25).

La VM también hace posible el engordar ganado ofreciéndole el forraje y el grano por separado, sin afectar las ganancias de peso vivo, aunque si se ha observado una disminución en la eficiencia alimenticia en comparación a cuando se alimenta con una dieta integral. Esto debe evaluarse contra los gastos en mano de obra y maquinaria asociados con la necesidad de molerlo y mezclarlo en la dieta (1, 2, 14, 24, 25).

En relación a la dosificación, se ha encontrado un mejoramiento lineal en la tasa de crecimiento y conversión alimenticia cuando la VM se incluye hasta 80 ppm. La inclusión de VM en dosis muy altas como lo son 100 y 500 ppm no tienen efectos detrimentales excepto una inicial reducción en el consumo, aunque tampoco hubo una mejoría significativa en términos de tasa de crecimiento y eficiencia alimenticia en relación al testigo (5, 12, 13).

De acuerdo a un modelo de regresión lineal de una prueba en la que se evaluó la inclusión de VM en dosis de 11.0, 19.3 y 27.6 mg/kg de MS en una dieta completa, el rango efectivo de dosis de VM en ganado de engorda fue:

19.3 a 27.3 mg/kg para incrementar ganancia diaria de peso.

13.2 a 19.3 mg/kg para incrementar la conversión alimenticia.

16.5 a 19.3 mg/kg para reducir la incidencia de abscesos hepáticos (13).

Se ha observado que 20 ppm de VM son suficientes para proteger al ganado de origen europeo contra acidosis ruminal, incluso cuando se exponen a una introducción súbita a dietas altas en grano (2, 14, 15).

La inclusión de VM en dosis de 40 ppm para alimentación de ganado de engorda tiende a producir un decremento en el consumo voluntario principalmente durante las primeras dos semanas. Lo anterior sugiere que es necesario un periodo de adaptación a la VM, durante el cual la flora ruminal y/o intestinal puede ajustarse a la presencia de la misma. En este período, el nivel de VM puede ser relativamente bajo; y en este sentido se ha encontrado que una dosis de 15 a 20 ppm no interfiere significativamente con el apetito de toretos en las primeras semanas de suplementación (2, 3, 12, 14, 15).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En México, el promedio anual de producción de carne de bovino de 1987 a 1993 es de 1'211,179 toneladas, con una tendencia a incrementarse en los últimos tres años. Jalisco es en gran medida responsable de esa producción, ya que tradicionalmente ha sido de los principales estados engordadores de ganado bovino.

La situación económica que prevalece en el país hace cada vez más necesario buscar alternativas para hacer más eficiente la producción, haciendo más rentable la actividad pecuaria. Además, es necesario aumentar la producción de carne bovina para la alimentación humana.

Una de las opciones que existen para hacer más eficientes los sistemas intensivos de engorda de ganado bovino de carne es incorporar en la dieta aditivos que funcionen como promotores del crecimiento.

Dentro de ellos se encuentra la Virginamicina, antibiótico sobre el cual existen pocos reportes sobre su utilización en México, bajo las condiciones de alimentación y manejo locales; por lo que se considera conveniente realizar pruebas que validen la información que existe sobre el tema, y tener bases más sólidas para su posible utilización.

JUSTIFICACION

La engorda de ganado bovino en corrales enfrenta una situación económica difícil, lo que hace necesario la búsqueda de alternativas que hagan más eficiente el proceso productivo. Una opción es el empleo de promotores del crecimiento, de los cuales existen diferentes productos en el mercado.

La Virginiamicina es un promotor del crecimiento cuyo uso en bovinos es relativamente reciente, y aunque los resultados que se han obtenido hasta el momento son promisorios, en México hay pocos reportes sobre el tema; por lo cual es oportuno realizar investigaciones bajo condiciones locales que validen la información que se tiene.

De corroborarse los datos que se tienen sobre la utilización de Virginiamicina en dietas para bovinos productores de carne, esta podría ser una alternativa real para una gran cantidad de engordas comerciales en Jalisco y en México, contribuyendo a mejorar la economía de este sector pecuario.

HIPOTESIS

Si la Virginiamicina ha demostrado actuar como promotor de crecimiento y disminuir los riesgos de acidosis al modificar la flora ruminal, entonces la adición de esta a dietas conteniendo niveles elevados de ingredientes a base de carbohidratos con una alta tasa de solubilidad en el rumen en lotes comerciales de engorda deber mejorar la conversión alimenticia, la ganancia diaria de peso y disminuir los días al mercado.

OBJETIVOS

GENERAL:

1. Determinar el efecto de la inclusión de Virginiamicina en dietas para bovinos de engorda en corral.

PARTICULARES:

1.1. Determinar el efecto de la Virginiamicina sobre los siguientes parámetros productivos: ganancia diaria de peso, consumo voluntario y conversión alimenticia.

1.2. Cuantificar la incidencia de trastornos metabólicos tales como acidosis, timpanismo y desviación de abomaso diagnosticadas clínicamente.

1.3 Estimar el costo-beneficio de la inclusión de la Virginiamicina en dietas para bovinos de engorda en corral.

MATERIAL Y METODO

Se corrió una prueba en los corrales de engorda del rancho El Mezquite, ubicado en Valle de Guadalupe, Jalisco, encontrándose a una latitud de 102° y 45' y a una altitud de 21°; con un clima semicálido-subhúmedo. La temperatura media anual es de 20 C y la precipitación es de 800 mm.

Se utilizaron las siguientes instalaciones y equipo: corrales de engorda, corrales y manga de manejo, trampa, báscula electrónica individual, mezcladora y repartidor de alimento, almacén de alimento y oficina.

Los corrales son de material tubular, dimensiones de 16 m por 13 m, con piso de concreto, comederos de concreto lineales de canal, bebederos de pileta automáticos y sombreadero en el área de comedero.

El experimento se ajustó a las prácticas de alimentación implementadas por el productor (excepto por la manera de introducir el ganado a la dieta en donde se acostumbra ser gradual). De igual forma, las características de la dieta así como el manejo y la comercialización de los animales se ajustaron a las políticas de esta empresa pecuaria (Rancho El Mezquite)

Se proporcionó la misma dieta en ambos tratamientos bajo una estrategia de introducción súbita a la misma, con la variable de comparar el efecto de la inclusión de Virginiamicina en dosis de 40 g por ton contra la no inclusión de esta en el alimento (Cuadro 1). El alimento se ofreció dos veces al día a libre acceso.

Se utilizaron 160 toretes cruzados de cebú con diferentes tipos y proporciones de raza europea de un peso promedio inicial de 313 kg, distribuidos en 8 corrales.

Todos los animales recibieron el mismo manejo de recepción, el cual consistió en desparasitación, administración de vitaminas, vacunación, implante, aretado y descornado

Después de una semana en el corral consumiendo la misma dieta, los animales fueron pesados en forma individual, en base al peso promedio se distribuyeron en 8 corrales (repeticiones), con 20 cabezas en cada uno.

La duración del experimento fué de 91 días.

Se midieron los siguientes parámetros:

Peso vivo inicial individual.

Pesos intermedios individuales: al día 28, 49 y 70 (sin previa dieta).

Peso final individual

Consumo de alimento por lote.

Número de cabezas y días de tratamiento, en particular por signos de acidosis.

Los resultados se analizaron utilizando un diseño completamente al azar con dos tratamientos y cuatro repeticiones, por medio del paquete estadístico SAS, utilizando el procedimiento GLM. Utilizando el peso inicial como covariable, con el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = M + T_i + PI_{(i)j} + E_{(ij)k}$$

Donde:

Y_{ijk} = Observacion al analizarse el k-ésimo corral usando el j-ésimo animal anidado en el i-ésimo tratamiento.

M = Media General.

T_i = Efecto de i-ésimo tratamiento

$PI_{(i)j}$ = Efecto del j-ésimo animal asociado al i-ésimo tratamiento

$E_{(ij)k}$ = Error experimental asociado al k-ésimo corral asociado al j-ésimo animal y al i-ésimo tratamiento.

Cuadro 1
COMPOSICION Y APORTE NUTRICIONAL DE LA DIETA

<u>INGREDIENTE</u>	<u>Kg /BH</u>	<u>% MS</u>
ENSILAJE DE MAIZ	370	20.43
RASTROJO DE MAIZ	185	26.27
AGUA PESADA DE COCIMIENTO (*)	150	10.89
GRANO DE SORGO	150	21.30
ALMIDON	80	11.61
POLLINAZA	50	7.10
CARBONATO DE CALCIO	7	1.10
SAL	5	0.78
MINERALES TRAZA -/ + VM (**)	3	0.47

VALORES CALCULADOS

PROTEINA CRUDA (%)	13
T.N.D. (%)	65
E. N. g. (Mcal/Kg)	0.9
CALCIO (%)	0.6
FOSFORO (%)	0.4

(*) 25% de proteína cruda y 46% de materia seca.

(**) En la dieta que contenía VM, esta fué adicionada a razón de 40 ppm de la siguiente manera: 1000 kg de materia seca (MS) deben contener 40 g de VM para obtener una concentración de esta de 40 ppm. Esta dieta contiene 63% de MS, por lo que 1000 kg de la dieta en base húmeda deberá contener 25 g de VM para mantener una concentración ya referida. Tomando en consideración lo anterior, se mezclaron 50 kg de minerales traza con 25 kg de Stafac 25 (presentación que contiene 25 g de VM por kg). La mezcla la realizó una planta comercial bajo sus normas y procedimientos. De la mezcla anterior, se incorporarán a la dieta +VM 3 kg/ton, lo cuál se hizo de manera convencional.

COSTO POR TONELADA DE ALIMENTO

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>BASE HUMEDA</u>	<u>BASE SECA</u>
- VM	\$ 417.56	\$ 659.30
+ VM	\$ 434.06	\$ 684.14

RESULTADOS

El peso inicial (PI) para el tratamiento sin Virginiamicina (-VM) fué de 313.7 kg y para el tratamiento con Virginiamicina (+VM) fué de 312.1 kg. El peso al final del primer periodo (P1) fué de 339.4 kg para -VM y de 343.4 kg para +VM. El peso al finalizar el segundo periodo (P2) para -VM fué de 373.5 kg y para +VM 379.5 kg. El peso al final del tercer periodo (P3) fué de 403.2 kg para -VM y de 409.6 kg para +VM. El peso final fue de 428.4 kg para -VM y de 435.8 kg para +VM. No se observaron diferencias significativas estadísticamente ($P>0.10$) entre tratamientos para cada periodo ni para el valor final. (Cuadro 1).

CUADRO 1
EFFECTO DE LA ADICION DE VIRGINIAMICINA SOBRE
LOS CAMBIOS DE PESO VIVO (kg).

PESO	-VM	+VM	EE*	P<
INICIAL	313.73	312.06	6.642	0.86
PERIODO 1	339.36	343.41	4.408	0.54
PERIODO 2	373.51	379.53	3.388	0.27
PERIODO 3	403.20	409.64	5.890	0.48
FINAL	428.42	435.83	5.051	0.35

* = Error Estandar

La ganancia diaria de peso durante el periodo 1 (GDPP1) fué de 1.11 kg para -VM y de 1.24 kg para +VM. La GDPP2 fué de 1.60 kg para -VM y de 1.67 kg para +VM. La GDPP3 para -VM fué de 1.38 kg y para +VM de 1.41 kg. La GDPP4 fué de 1.20 kg para -VM y de 1.25 kg para +VM. La ganancia diaria de peso promedio final fué de 1.33 kg para -VM y de 1.40 kg para +VM. Las diferencias estadísticas entre tratamientos por periodos ó el promedio general, no fueron significativas ($P>0.10$) (Cuadro 2).

CUADRO 2
EFFECTO DE LA ADICION DE VIRGINIAMICINA SOBRE
LA GANANCIA DIARIA DE PESO POR PERIODO Y PROMEDIO (kg).

PERIODO	-VM	+VM	EE*	P<
P1	1.11	1.24	0.177	0.50
P2	1.60	1.67	0.137	0.61
P3	1.38	1.41	0.166	0.94
P4	1.20	1.25	0.065	0.64
PROMEDIO	1.33	1.40	0.053	0.33

* = Error Estandar

El consumo de materia seca durante el primer periodo (CMSP1) fué de 9.31 kg para -VM y de 9.44 kg para +VM. El CMSP2 fué de 13.12 kg para -VM y de 12.78 kg para +VM. El CMSP3 fué para -VM de 11.63 kg y para +VM de 10.42 kg. El CMSP4 fué de 11.30 kg para -VM y de 9.53 kg para +VM. El consumo de materia seca promedio fué de 11.35 kg para -VM y de 10.57 kg para +VM. Estadísticamente solo se observó diferencia significativa entre tratamientos para el valor promedio ($P < 0.10$) (Cuadro 3).

CUADRO 3
EFFECTO DE LA ADICION DE VIRGINIAMICINA SOBRE EL
CONSUMO DIARIO DE MATERIA SECA
POR PERIODO Y PROMEDIO (kg).

PERIODO	-VM	+VM	EE*	P<
P1	9.31	9.44	0.118	0.71
P2	13.12	12.78	0.606	0.54
P3	11.63	10.42	0.412	0.13
P4	11.30	9.53	0.987	0.48
PROMEDIO	11.35	10.57	0.178	0.04

* = Error Estandar

El consumo de materia orgánica durante el primer periodo (CMOP1) fué de 8.69 kg para -VM y de 8.75 kg para +VM. El CMOP2 para -VM fué de 12.30 kg y de 11.75 kg para +VM. El CMOP3 fué de 10.81 kg para -VM y de 9.70 kg para +VM. El CMOP4 fué de 11.80 kg para -VM y de 10.20 para +VM. El consumo de materia orgánica promedio final para -VM fué de 10.49 kg y de 9.65 kg para +VM. Se encontró solo una diferencia significativa estadísticamente ($P < 0.10$) para el valor promedio entre tratamientos. (Cuadro 4).

CUADRO 4
EFFECTO DE LA ADICION DE VIRGINIAMICINA SOBRE EL
CONSUMO DIARIO DE MATERIA ORGANICA
POR PERIODO Y FINAL (kg).

PERIODO	-VM	+VM	EE*	P<
P1	8.69	8.75	0.107	0.69
P2	12.30	11.75	0.564	0.54
P3	10.81	9.70	0.385	0.13
P4	11.80	10.20	0.918	0.48
PROMEDIO	10.49	9.65	0.165	0.04

* = Error Estandar

El consumo de proteína cruda durante el primer periodo (CPP1) fué de 1.23 kg para -VM y de 1.24 kg para +VM. EL CPP2 fué de 1.72 kg para -VM y de 1.65 kg para +VM. El CPP3 fué de 1.46 kg para -VM y de 1.32 kg para +VM. El CPP4 fué de 1.56 kg para -VM y de 1.35 kg para +VM. El consumo de proteína cruda promedio final fué de 1.44 kg para -VM y de 1.33 kg para +VM. Solo se encontraron diferencias significativas ($P < 0.10$) entre tratamientos y para el valor promedio. (Cuadro 5).

CUADRO 5
EFFECTO DE LA ADICION DE VIRGINIAMICINA SOBRE EL
CONSUMO DIARIO DE PROTEINA CRUDA
POR PERIODO Y PROMEDIO (kg).

PERIODO	-VM	+VM	EE*	P<
P1	1.23	1.24	0.017	0.77
P2	1.72	1.65	0.074	0.55
P3	1.46	1.32	0.046	0.11
P4	1.56	1.35	0.122	0.48
PROMEDIO	1.44	1.33	0.022	0.04

* = Error Estandar

El consumo de energía neta para ganancia de peso durante el periodo 1 (CEP1) para -VM fué de 8.67 Mcal y para +VM de 8.68 Mcal. El CEP2 fué de 12.79 Mcal para -VM y de 12.16 Mcal para +VM. EL CEP3 fué de 11.50 Mcal para -VM y de 10.27 Mcal para +VM. El CEP4 fué de 12.75 Mcal para -VM y de 11.04 Mcal para +VM. El consumo de energía neta para ganancia de peso promedio final fué de 11.37 Mcal para -VM y de 10.50 Mcal para +VM. Hubo diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.10$) entre tratamientos para el valor promedio. (Cuadro 6).

CUADRO 6
EFFECTO DE LA ADICION DE VIRGINIAMICINA SOBRE EL
CONSUMO DIARIO DE ENERGIA NETA PARA GANANCIA
DE PESO POR PERIODO Y PROMEDIO (Mcal/kg)

PERIODO	-VM	+VM	EE*	P<
P1	8.67	8.68	0.001	0.96
P2	12.79	12.16	0.006	0.53
P3	11.50	10.27	0.005	0.15
P4	12.75	11.04	0.010	0.48
PROMEDIO	11.37	10.50	0.002	0.07

* = Error Estandar

La conversión alimenticia durante el periodo 1 (CAP1) fué de 12.81 kg para -VM y de 8.47 kg para +VM. La CAP2 para -VM fué de 8.27 kg y de 8.32 kg para +VM. La CAP3 fué de 8.84 kg para -VM y de 7.65 kg para +VM. La CAP4 fué de 8.99 kg para -VM y de 7.40 kg para +VM. La conversión alimenticia promedio final fué de 8.49 kg para -VM y de 7.51 kg para +VM. Se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.10$) entre tratamientos para el valor promedio. (Cuadro 7).

CUADRO 7
EFFECTO DE LA ADICION DE VIRGINIAMICINA
SOBRE LA CONVERSION ALIMENTICIA
POR PERIODO Y PROMEDIO (kg).

PERIODO	-VM	+VM	EE*	P<
P1	12.81	8.47	3.478	0.22
P2	8.27	8.32	1.360	0.68
P3	8.84	7.65	0.965	0.46
P4	8.99	7.40	1.356	0.29
PROMEDIO	8.49	7.51	0.579	0.07

* = Error Estandar

Se realizó un análisis del costo de producción de un kilogramo de carne por concepto de alimento con precios del mes de julio de 1995. Para el tratamiento -VM el costo fué de \$ 5.59, y para +VM de \$ 5.13. (Cuadro 8).

CUADRO 8
COSTO DE PRODUCCION DE UN KILOGRAMO DE CARNE
POR CONCEPTO DE ALIMENTO (\$)

-VM	+VM
5.597	5.137

No se detectó ningún animal enfermo por signos de acidosis clínica en el grupo alimentado con VM, presentándose solo un caso en el tratamiento -VM durante el primer periodo, que representa el 1.25 % de los animales de este grupo.

DISCUSION

El presente estudio se realizó en condiciones totalmente comerciales, en dónde tanto la dieta como el manejo correspondieron a las utilizadas por el productor. Bajo esas condiciones, se demostró el valor de la VM como factor para mejorar la eficiencia alimenticia.

Debido a que el ganado que se utilizó era de tipo Cebú comercial, se incluyó la VM en dosis de 40 ppm, el doble que lo recomendado para ganado europeo (Van Koevering et al 1991 y Zorrilla-Ríos et al 1995). Lo anterior porque el Cebú es más susceptible a la acidosis y por lo tanto la dosis requerida para evitarla se estimó que fuera más alta.

Aún cuando los cambios de peso vivo observados expresan una tendencia hacia una tasa de crecimiento mayor para los animales alimentados con VM, efecto que era esperado con su inclusión en la dieta de acuerdo con Hedde et al (1982), Parigi-Bini (1980) y Rogers (1995), no se observó una respuesta estadísticamente significativa ($P > 0.10$) a la inclusión de VM en dosis de 40 ppm en una dieta con un 50% de almidón y grano con respecto a cambios de peso vivo, expresado esto tanto como el cambio total en el período en estudio, como en ganancia diaria de peso. La inclusión de VM en la dieta ocasionó una disminución ($P < 0.10$) en el consumo de nutrientes, lo que a su vez se reflejó en una mejora en la conversión alimenticia ($P < 0.10$).

En este estudio, la GDP fue numéricamente mayor para los animales que recibieron VM para todos los periodos y para el promedio, lo cual indica una mejor utilización de la energía por el animal dada por los cambios en el metabolismo ruminal inducido por la VM. La GDP promedio fue de 1.34 kg para -VM y de 1.40 kg para +VM, es decir, 4.5 % más alta. Rowe et al (1994), en los dos experimentos descritos anteriormente reporta una GDP de 1.6 kg para el experimento 1 y de 1.24 kg para el experimento 2, 18 y 13.8% más bajos en relación al control.

Por el contrario, Zorrilla-Ríos et al (1994) encontró una GDP promedio de 1.38 kg, 9.5% más alta; y ellos mismos (1992) reportan una GDP de 1.24 kg, 7.8% más alta. Van Koevering (1991) reporta una mejora de 2.4 % en GDP promedio, y Rogers et al (1995) de 3%. Francis (1993) señala una mejora para GDP promedio de 6.25% en la fase de crecimiento (200 a 350 kg) y de 2 a 3% para la fase de engorda (350 a 550 kg). Los resultados más bajos se encontraron en estudios en los cuales se combinaron dos factores: una duración menor (84 días) y con dieta alta en grano (90 %).

La inclusión de VM redujo en un 6.8% el consumo de materia seca promedio final (10.57 kg para +VM y 11.35 kg para -VM), pero esa reducción se observa a partir del segundo periodo; a diferencia con lo señalado por Parigi-Bini (1980), Rowe et al (1994) y Zorrilla-Ríos et al (1992), quienes mencionan una reducción en el consumo dada principalmente en los primeros 15 días. Esa disminución temprana en el consumo reportada en la literatura probablemente estuvo dada por un doble efecto: la inclusión del antibiótico y los altos niveles de grano (90%).

Se han reportado diferentes respuestas sobre el consumo de materia seca cuando se incluye la VM en dietas altas en grano. En dos experimentos que llevaron a cabo Rowe et al (1994) con novillos europeos Friesian y Angus durante 84 días, con un peso inicial entre 420 y 446 kg para el experimento 1 y entre 220 y 319 kg para el experimento 2 y una dieta con 90% de grano, el consumo se redujo en 16 y 15% respectivamente. El nivel de VM fue de 40 ppm en el experimento 1 y de 20 ppm en el experimento 2.

Por su parte, Zorrilla-Ríos et al (1992) reportan un aumento en el consumo de materia seca de un 4.5% para novillos Hereford, consumiendo 78% de grano y 20 ppm de VM durante 114 días. También Zorrilla-Ríos et al (1994) señalan un incremento en el consumo de materia seca de un 4.3% para novillos Hereford y Angus x Friesian, con un peso inicial de 237 kg, consumiendo una dieta con 80% de grano y 25 ppm de VM durante 114 a 121 días.

La CA que se encontró en este trabajo fue numéricamente más baja en todos los periodos para los animales que recibieron VM en la dieta, excepto en el periodo 2, en el cual el valor fué ligeramente más alta (8.27 kg para -VM y 8.32 para +VM); y la diferencia encontrada en este es el reflejo de la elevada conversión que se dio en el primer periodo para -VM. Este parámetro, al igual que el de GDP fue favorable para +VM por la mejor utilización de la energía por el animal. Se encontró una CA promedio de 8.49 kg para -VM y de 7.51 kg para +VM, o sea 18.6% más baja, y Rowe et al (1994) en sus dos experimentos reporta una CA de 7.9 kg en el experimento 1 y de 6.8 kg en el experimento 2, 16.2 y .15% más alta que el testigo.

Zorrilla-Ríos et al (1992) encontraron una CA de 7.06 kg, 4.7% más baja que el testigo. Van Koevering (1991) señala que la CA mejoro un 3.2%, y Francis reporta una mejora de 3.3% en la fase de crecimiento y de 2 a 3% en la fase de engorda. Se observa la misma situación que para GDP, es decir, se encontraron resultados negativos cuando el periodo de la prueba fué más corto y la dieta tenía 90% de grano.

Los resultados obtenidos, apoyados en investigaciones anteriores, permiten suponer lo ocurrido en el animal. En los animales que consumieron VM, probablemente ocurrió una recomposición en la población microbiana del rumen, particularmente en relación a las bacterias. Basados en señalamientos de Hedde et al (1982) y Nagaraja et al (1987), se puede pensar que hubo una reducción o eliminación de los *Streptococcus Bovis* y *Lactobacillus spp*, que son las principales productoras de ácido láctico; así como las productoras de ácido butírico, acético y gas metano. Al haber menos competencia, las bacterias que utilizan el ácido láctico (*Megasphera elsdenii*, entre otras) y las productoras de ácido succínico habrían aumentado en población.

Con ello, también ocurrió un cambio en la producción de la principal fuente de energía para los rumiantes, los ácidos grasos volátiles (AGV), disminuyendo el acetato y butirato, y aumentando el propionato (Hedde et al, 1982; y Nagaraja et al, 1987), lo cual es deseable en términos de producción de carne. Además, es probable que como reporta Parigi-Bini (1980), la VM también haya tenido un efecto en intestino delgado, particularmente en íleon; atacando los microorganismos que degradan grandes cantidades de aminoácidos a aminas y/o amonía.

El menor consumo de materia seca para los animales tratados con VM pudo estar determinado por un factor químico de tipo energético, al incrementarse indirectamente la energía metabolizable de la dieta. Es decir, la VM ocasiona una recomposición en la población microbiana, disminuyendo la cantidad de bacterias Gram positivos y aumentando las Gram negativas; con lo que se alteran favorablemente las características de la fermentación ruminal produciéndose más ácido succínico y ácido propiónico, y menos ácido acético, ácido butírico, ácido láctico y gas metano. De esta manera la utilización de la energía es mejor, lo que ocasiona que el consumo de materia seca disminuya al cubrirse los requerimientos de energía neta para mantenimiento y ganancia de peso.

Lo anterior explicaría porque aún cuando se tuvo un menor consumo de materia seca, se presentara una menor CA y una mayor GDP, ocurrido por una mejor utilización de energía (al evitarse pérdidas por gas metano, cambiar la relación acetato:propionato y reducir el proceso de degradación de grandes cantidades de aminoácidos por microorganismos en íleon).

Respecto a casos de acidosis clínica, solo se presentó uno en el tratamiento -VM y ninguno en +VM. Por lo anterior, se concluye que las condiciones de manejo y alimentación en que se llevó a cabo el presente estudio no favorecieron el desarrollo de acidosis clínica, lo cual no permitió observar el efecto de la VM sobre la misma.

En el aspecto económico, se observó en este estudio que el no utilizar la Virginiamicina implicó tener, por concepto de alimento, un 9% más elevado el costo de producción de un kilogramo de carne.

Los distintos resultados que se han reportado sugieren en general que si hay un efecto positivo por la inclusión de VM en dietas para ganado de engorda, pero es necesario más estudios para determinar las condiciones en que se obtienen los mayores beneficios (niveles y tiempos de inclusión de la VM, porcentaje de grano en la dieta, tipo de ganado; entre otros).

CONCLUSIONES

1.- El consumo de materia seca se vió disminuido con la inclusión de VM en la dieta, posiblemente como una consecuencia en la mejor eficiencia en la utilización de la energía dietaria.

2.- La ganancia diaria de peso fue mas alta y la conversión alimenticia mas baja para +VM, indican un efecto de la VM como promotor de crecimiento.

3.- Dado que solo un animal se trató por acidosis clínica, se concluye que las condiciones en que se llevó a cabo el presente estudio no favorecieron el desarrollo de este desorden metabólico

4.- El análisis económico permite recomendar la inclusión de VM en dietas para ganado de engorda en corral.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Economou A. Safer grain feeding with Virginiamycin management. *Beef Improvement News*, 1993; (6)24.
- 2.- Francis P. Additive could revolutionise grain feeding. *Australian Farm Journal*, 1993; (9)6.
- 3.- Hedde R. D. Nutritional aspect of Virginiamycin in feeds. In Malcolm W The proceedings of the 4th international symposium on antibiotics in agriculture: benefits and malefits. London. 1984:359-368.
- 4.- Hedde R. D., Armstrong, D. G., Parish N. C., Quach R. Virginiamycin effect on rumen fermentation. *J. Anim. Sci.* 1980; 5(suppl. 1):366 (Abstract).
- 5.- Hedde R. D., Shor L., Quach R., Free S. M., Parish R. C., Dicuollo C J. Virginiamycin activity and safety in ruminants. In INRA Proceedings of the Second Congress of the European Association for Veterinary Pharmacology and Toxicology. Paris. 1982:390-393.
- 6.- Hedde R. D., Shor L., Quach R., Free S. M., Parish R. C., Dicuollo C J. Virginiamycin as a growth promotant for ruminants: rumen fermentation effect, safety and growth response. In INRA Proceedings of the Second Congress of the European Association for Veterinary Pharmacology and Toxicology. Paris. 1982:28, 29.
- 7.- Nagaraja T. G., Godfrey S. L., Rowe J. B., Winslow S. G. Ruminal protozoal changes in sheep during adaptation to barley grain or barley plus Virginiamycin supplementation. *Australian Farm Journal*, 1987; (3):36-38.
- 8.-Nagaraja T. G., Taylor M. B. Susceptibility and resistance of ruminal bacteria to antimicrobial feed additives. *Applied and Environmental Microbiology*, 1987; 53(7)1620-1625.
- 9.- Nagaraja T. G., Taylor M. B., Harmon D. L., Boyer J. E. In vitro lactic acid inhibition and Sci. 1987; 65:1064-1076.
- 10.-NRC. 1984. *Nutrient Requierements of beef cattle.* (6th Ed.) National Academy Press. alterations in volatile fatty acid production by antimicrobial feed additives. *J. Anim.* Washington, D. C.

- 11.-Owens F. N, Zorrilla-Ríos J., Dubesky P. 1991. Effects of ionophores on metabolism, growth, body composition and meat quality. in growth regulation in farm animals. Advances in meat research. Vol. 7. Eds. A. M. El Sevier Applied Science. London.
- 12.- Parigi-Bini R. Researches on Virginiamycin supplementation of feeds used in intensive cattle management. SmithKline Beechman. Italy. 1980:237-250.
- 13.- Rogers J. A., Branine M. E., Miller C. R., Wray M. I., Bartle C. J., Preston R. L., Gill D. R., Pritchard R. H., Stilborn R. P., Bechtol D. T. Effects of dietary Virginiamycin on performance and liver abscess incidence in feedlot cattle. J. Anim. Sci. 1995; 73(1)9-20.
- 14.- Rowe J. B., Zorrilla-Ríos J. Simplified systems for feeding grain to cattle feed lots and under grazing conditions. In Farrel D Recent Advances in Animal Nutrition in Australia. Armidale, N. S. W.1993:89-96.
- 15.- Rowe J. B., Zorrilla-Ríos J., May P. J. Feeding grain with Virginiamycin to cattle. 1.- Introduction to grain based diets and dose rates. Advances in Agricultural Research, 1994; 3(3)26-34.
- 16.- SAS. 1987. Statistic Analysis System User's guide: Statistics Institute Inc. Cary. NC. USA.
- 17.- Sindt M., Stock R. A. Roughage levels, grain mixtures and high moisture corn fermentation characteristics. In Nebraska grain sorghum development, utilization and marketing board. Grain sorghum feeding information for beef cattle. Nebraska. 1993:79-82.
- 18.- SmithKline Beechman-Salud Animal. Stafac en rumiantes. México, D. F. 1993:1-39.
- 19.- SmithKline Animal Health-Horton Research Center. Effect of Virginiamycin on the performance and carcass characteristics of growing-finishing beef cattle. In INRA Proceedings of the Second Congress of the European Association for Veterinary Pharmacology and Toxicology. Paris. 1982:210-215.
- 20.- Stock R. A., Britton R. A., Brink D. R. Blends of feed grains. In Nebraska grain sorghum development, utilization and marketing board. Grain sorghum feeding information for beef cattle. Nebraska. 1993:42-47.

- 21.- Wang R., Hedde R. D., Chaton-Schaffner. *Virginiamycin safety in ruminants-excretion, tissue and milk residue studies*. In SmithKline Corporation Proceedings of the Growth Promotion Mode-Action Symposium. Philadelphia. 1981.
- 22.- Zorrilla-Ríos J., Jacobs J., Jones W., Rowe J. B. Increasing the safety of free-access grain feeding regime to cattle. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 1992; 19:304.
- 23.- Zorrilla-Ríos J., May P J., Rowe J. B. Rapid introduction of cattle to grain diets using Virginiamycin. In Farrell D. J. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*. Armidale. 1991:10a.
- 24.- Zorrilla-Ríos J., Rowe J. B., Jacobs J. L., Jones W., Speijers J. Feeding grain with Virginiamycin to cattle. 2.- Feeding Roughage and grain separately. *Advances in Agricultural Research*, 1994; 3(3)35-44.
- 25.- Zorrilla-Ríos J., Rowe J. B., Speijers J. Feeding grain with Virginiamycin to cattle. 3.- Supplementation under pen and grazing conditions. *Advances in Agricultural Research*, 1994;3(3):45-52.