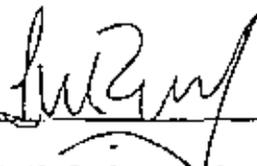


El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana
permiso para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas
o jurídicas, se reservan los derechos del autor.



Rodolfo Javier Merdoza Cedeño

Honduras, Diciembre de 1996

DEDICATORIA

A mis padres: Efrén Eloy y Gladis Azucena, por el apoyo, confianza y cariño durante todo este tiempo y por haber hecho posible la obtención de éste título.

A mis hermanos: Leonardo Efrén, Jorge Emilio, Juan Carlos y María Belén, por todo el cariño y apoyo.

A mis Abuelitas: Por todo el cariño.

A mis tíos y primos que confiaron en mí.

A mis amigos y amigas, por todos los momentos.

A mi país ECUADOR.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por el apoyo brindado en todo momento.

A mis asesores Ana María Girón, Nelson Montoya y Gladys de Flores, por todas sus enseñanzas.

A todos mis amigos y colegas por su amistad y apoyo incondicional.

RESUMEN

Los objetivos del estudio fueron determinar la factibilidad técnica y económica de la monensina en el levante de vaquillas de reemplazo, evaluándose el efecto en la ganancia diaria de peso, consumo de materia seca, conversión alimenticia y condición corporal. El experimento tuvo una duración de 112 días, dividido en 4 periodos de 28 días cada uno. Se utilizaron 16 vaquillas, 12 de la raza Holstein y 4 de la raza Jersey, con un peso promedio de 182 Kg y una edad entre los 5 y 11 meses. Se formaron 8 parejas, tratando que los miembros de cada pareja fueran lo más semejantes en cuanto a edad, peso y raza. Los tratamientos fueron: A, monensina (200 mg/animal/día) y B, testigo (sin monensina). La dieta fue a base de ensilaje de sorgo (*Sorghum bicolor*), heno de pasto transvala (*Digitaria eriantha*), con una suplementación de concentrado (vehículo del aditivo) a un nivel que fue ajustado de acuerdo con el análisis bromatológico del ensilaje y heno que se utilizó y 22 g/animal/día de sal mineral. Se les ofreció una cantidad mínima de ensilaje de 13 Kg/animal/día y 3 Kg/animal/día de heno. Se calculó la cantidad de concentrado a ofrecer en base al peso inicial y para una ganancia de peso de 680 g/animal/día. Se utilizó un diseño de comparaciones apareadas aplicando un tratamiento a un miembro del par, y el otro al otro miembro del par. También se utilizó un análisis de covarianza corrigiendo los datos de las variables por raza, consumo de proteína cruda y por la relación entre la energía suplida por forrajes y la suplida por el concentrado. Las diferencias promedio entre tratamientos para las variables ganancia diaria de peso (69.57 ± 52 g/día), consumo voluntario (0.07 ± 0.178 KgMS/día), conversión alimenticia (1.44 ± 1.71 Kg MS/KgPV) y condición corporal (0.18 ± 0.1 de punto comparativo) no fueron significativas.

	Pág.
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4.1 Ganancia de peso	17
4.2 Consumo de materia seca	17
4.3 Conversión alimenticia	18
4.4 Condición corporal	19
4.5 Análisis económico	20
V. CONCLUSIONES	21
VI. RECOMENDACIONES	22
VII. BIBLIOGRAFÍA	23
VIII. ANEXOS	26

INDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Consideraciones generales	3
2.2 Microorganismos del rumen y su fermentación	4
2.3 Manejo alimenticio	4
2.4 Manipulación de la fermentación del rumen	5
2.5 Ionóforos	5
2.6 Monensina	7
2.7 Efecto de monensina en la producción de ácidos grasos volátiles	7
2.8 Efecto de monensina en la utilización de la proteína	8
2.9 Efecto de monensina en el desempeño animal	9
2.9.1 Ganancia de peso	9
2.9.2 Consumo voluntario	9
2.9.3 Conversión alimenticia	10
2.9.4 Condición corporal	10
2.9.5 Efectos en coccidias	11
2.10 Dosificación	11
2.11 Conceptos económicos relevantes	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1 Localización	13
3.2 Infraestructura	13
3.3 Animales	13
3.4 Alimentación	13
3.5 Tratamientos	14
3.5.1 Tratamiento A	14
3.5.2 Tratamiento B	14
3.6 Variables	14
3.6.1 Técnicas	14
3.6.1.1 Ganancia diaria de peso	14
3.6.1.2 Consumo de materia seca	14
3.6.1.3 Conversión alimenticia	14
3.6.1.4 Condición corporal	15
3.6.2 Económicas	15
3.7 Diseño experimental	15
3.8 Análisis económico	15
3.8.1 Análisis de dominancia	15
3.8.2 Curva de beneficios netos	16
3.8.3 Tasa de retorno marginal	16

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Algunos efectos de los ionóforos en la actividad ruminal	6
2. Efecto de la monensina en la fermentación ruminal <i>in vivo</i>	7
3. Efecto de diferentes dosis de monensina en la ganancia diaria de peso en animales en crecimiento, en pastoreo y alimentados con pasto de corte	12
4. Consumo de diferentes alimentos necesario para tener ganancias diarias de peso de 680 g/día	14
5. Ganancias diarias de peso por tratamientos	17
6. Consumo de materia seca de los tratamientos en un periodo de 112 días	18
7. Conversión alimenticia de los tratamientos	18
8. Condición corporal de los tratamientos	19

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pág..
1. Conversión alimenticia promedio por periodos de los tratamientos	19
2. Condición corporal promedio por periodos de los tratamientos	20
3. Ganancia diaria de peso promedio por periodos de los tratamientos	34
4. Consumo de materia seca promedio por periodos de los tratamientos	34
5. Conversión alimenticia promedio por periodos de los tratamientos	35
6. Condición corporal promedio por periodos de los tratamientos	35

INDICE DE ANEXOS

Anexo	Pág..
1. Datos de edad y peso inicial de los animales del experimento	26
2. Análisis bromatológico de los alimentos utilizados en el experimento	26
3. Ingredientes utilizados en el concentrado para la suplementación	27
4. Datos de ganancia diaria de peso	27
5. Datos de consumo de materia seca	28
6. Datos de conversión alimenticia	28
7. Datos de condición corporal	29
8. Consumo de proteína cruda en la ración	29
9. Relación entre la energía suplida por forrajes y la energía suplida por el concentrado	30
10. Salidas del programa SAS. Análisis estadístico	30
11. Gráficos con los datos de las variables	34

I. INTRODUCCIÓN

Los problemas más importantes que enfrentan las ganaderías en los trópicos son la disponibilidad de materias primas para los alimentos concentrados y la baja calidad nutricional de los forrajes. La escasez de granos para la elaboración de concentrados se debe a que éstos también son utilizados en grandes cantidades para la alimentación humana, causando una competencia por su adquisición. La baja calidad nutricional de los forrajes se ve principalmente en los periodos secos, presentando bajos niveles de proteína bruta, energía metabolizable y minerales disponibles, predominando altos niveles de fibra indigerible, debido a que son altamente lignificados (Ortiz y Baumcisteir, 1994; citado por Mienacho, 1995). Esto se debe principalmente a las condiciones climáticas, suelos de mala calidad y mal manejo de las praderas.

Estos problemas afectan directamente los costos de alimentación en todas las explotaciones ganaderas en los trópicos, haciendo poco rentables y menos eficientes la producción de leche y carne, productos cuya demanda aumenta cada día por el alto crecimiento poblacional que presentan nuestros países.

La crianza de vaquillas de reemplazo es muy importante en toda explotación lechera ya que se sabe por experiencia que un 25% de las vacas de un hato deben ser reemplazadas anualmente (Vélez, 1994) por problemas productivos, reproductivos y enfermedades. El levante de estas vaquillas en el trópico se basa en forraje fresco en la época lluviosa, y en forraje conservado (ensilaje y heno) en la época seca, con una suplementación de concentrado de ingredientes convencionales en ambas temporadas.

Esto hace que el costo de alimentación de estas vaquillas sea muy elevado, haciendo difícil que estos animales lleguen a ser servidos a la edad recomendada de 15 meses, por no haber alcanzado el peso de monta (360 Kg para las razas Holstein y Pardo Suizo y 250 Kg para la raza Jersey). Así las vaquillas lecheras no logran tener su primera cría a los 24 meses de edad (Vélez, 1994) reduciéndose la vida productiva de estos animales y afectando la rentabilidad de las explotaciones.

Dado el elevado costo de alimentación, se hace necesario buscar soluciones y la monensina¹ presenta una alternativa muy promisoría a través de la cual los productores podrían aumentar la rentabilidad de las explotaciones. La monensina, producto de la fermentación de Streptomyces cinnamomensis, pertenece a una clase de compuestos químicos llamados antibióticos poliéteres y al grupo de ionóforos, que han sido usados como aditivo en alimentos para ganado desde 1975 (Betancourt, 1995). Es un aditivo no esencial para los procesos biológicos que causa reducción en el consumo, aumento en la

¹ Rumensin®, marca registrada por Elanco Products Co., una división de EU Lilly and Co. IN, USA

ganancia diaria de peso y consecuentemente mejora la eficiencia en la utilización de alimento (E. Ávila, A. Shimada, G. Llamas, 1990).

Esto lo logra incrementando la producción de ácido propiónico en el rumen, tanto de animales alimentados con dietas altas en concentrados como en aquellos alimentados con niveles altos de forrajes, y hace que la producción de ácido acético y butírico sea menor. Al alterar la fermentación ruminal en este sentido, ocasiona que una mayor proporción de la energía consumida en la dieta sea retenida por el animal y utilizada en una forma más eficaz para la producción diaria, es decir, para ganancia diaria de peso.

Los objetivos de este trabajo son determinar la factibilidad técnica y económica de la monensina en la dieta de vaquillas de recemplazo, evaluándose el efecto en la ganancia diaria de peso, consumo de forrajes, conversión alimenticia y condición corporal.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Uno de los mayores problemas en el levantamiento de vaquillas de reemplazo para ganado lechero es llegar a su peso de monta en el periodo recomendado para que éstas puedan ser eficientes productivamente, es decir para que tengan su primera cría a los 24 meses de edad.

Una de las alternativas para lograr esta meta es darle a los animales una dieta balanceada para lograr buenas ganancias diarias de peso. Estas raciones generalmente contienen 60% de granos como fuente principal de energía.

Se ha estimado que el costo de la energía representa el 66% del costo de la alimentación. De la energía total consumida, un 45% se pierde en forma de calor, 40% en las heces, 10% en la orina y gases de fermentación y solo un 5% es retenida por el animal (Elizondo, 1992).

Debido a que la capacidad de producción de granos en nuestras regiones no es suficiente para abastecer ni la demanda para la alimentación humana, esto ha causado competencia por su utilización, incrementándose sus costos y haciendo cada vez menos rentables las explotaciones. Gracias a los avances de la biotecnología y la ingeniería genética se está promoviendo el uso de aditivos alimenticios en las dietas de los animales para aumentar la eficiencia en la utilización del mismo alimento concentrado y forrajes de baja calidad nutricional, con resultados satisfactorios hasta la fecha. Entre estos aditivos tenemos los ionóforos.

Los ruminantes tienen la ventaja de poder aprovechar alimentos de bajo valor nutricional ya que poseen la capacidad de transformar, mediante el proceso de la fermentación ruminal, la celulosa y hemicelulosa de la fibra vegetal, en nutrientes útiles para el animal, como ácidos grasos volátiles (AGV's) y proteína microbiana. El metano se forma como subproducto en la formación de los AGV's especialmente del acético y el butírico, pero la energía contenida en el mismo se pierde porque el gas es eructado o expirado. Los metabolitos producidos y muchas de las células microbiales se convierten en la fuente de proteína y energía para el animal.

La fermentación ruminal puede ser evaluada por: a) el grado y la velocidad de digestión de los alimentos, b) el tipo de microorganismos involucrados en el proceso y c) los productos finales del mismo.

La suplementación inadecuada de proteína y energía en la dieta de los animales reduce el crecimiento bacteriano y hace que la fermentación de los alimentos sea poco eficiente, debido a una reducción de la actividad bacteriana a nivel ruminal. Ciertos parámetros han sido definidos como necesarios para obtener una máxima eficiencia de fermentación microbiana:

- a) una dieta con la proporción adecuada de proteína degradable y sobrepasante para obtener una concentración adecuada de amoníaco (5×10^{-3} molar en el rumen)
- b) un balance adecuado de energía de acuerdo a los requerimientos del animal
- c) un pH estable en el rumen
- d) un mayor consumo y producción (Bctancourt, 1995).

2.2 MICROORGANISMOS DEL RUMEN Y SU FERMENTACIÓN

El fluido ruminal contiene gran cantidad de bacterias anaeróbicas (10^9 - 10^{10} por cada g. de digesta), protozoos ciliados (10^3 - 10^6 por g. de digesta) y hongos anaeróbicos (menos del 10% de la biomasa microbial). Aparentemente los hongos son los primeros microorganismos en invadir y digerir el componente estructural de las plantas, comenzando en la parte interna (Akin, 1983, citado por Preston y Leng, 1989). Las partículas de los alimentos sufren lesiones, las cuales serán colonizadas por las bacterias que son las que inician la degradación fermentativa.

Los productos principales de la fermentación ruminal son ácidos acético, propiónico y butírico, en proporción aproximada de 6:2:1 (Wallace, 1992). Estas proporciones variarán por la influencia de factores como:

- a) la composición de la dieta
- b) estructura física de la dieta y consumo voluntario
- c) tipo de población bacteriana
- d) la presencia de aditivos (Flores, 1995).

2.3 MANEJO ALIMENTICIO

La calidad nutritiva de un forraje se define como la capacidad que posee dicho alimento para cubrir los requerimientos de mantenimiento y producción de los animales que lo ingieren (McQueen, 1986). El nivel de producción que se obtenga de animales que consumen un forraje dado es controlado nutricionalmente por la cantidad de nutrientes digeribles consumidos diariamente, y por la eficiencia con que dichos nutrientes pueden ser metabolizados y utilizados en los procesos corporales (Barnes y Marten, 1979).

Bajo condiciones normales, la eficiencia de la mayoría de los nutrientes limitantes en dietas basadas exclusivamente en forrajes puede ser conocida y corregida a través de la suplementación, pero ello no es necesariamente cierto en el caso de la proteína y la

energía, dado el costo y la cantidad requerida de dichos suplemento (Barnes y Marten, 1979). En la mayoría de los ecosistemas, el factor nutricional más limitante de la productividad animal es el consumo de energía, pero el consumo de proteína adquiere mayor importancia como factor limitante a medida que se intensifican los sistemas de producción (Giraldo, 1994). Los problemas descritos anteriormente crean la necesidad de evaluar los forrajes para formular raciones para rumiantes que sean eficientes biológicas y económicamente. El alimento que se les ofrece a los animales debe de estar fresco y con buenas características organolépticas. Esto se logrará con un buen manejo y almacenamiento de las materias primas en el caso de alimentos concentrados y técnicas adecuadas de conservación para el caso de forrajes.

También hay que considerar que los comederos nunca deben quedar vacíos, ni tampoco se debe servir más alimento del que el animal puede consumir entre cada servicio de alimentación (Acebedo, 1993). Preferiblemente la alimentación debe hacerse dos veces al día, en lo posible mantener un horario fijo, así se facilita el programa de alimentación y también se evitan situaciones de estrés en los animales.

2.4 MANIPULACION DE LA FERMENTACION DEL RUMEN

El potencial de la manipulación química del rumen se traduce en un incremento de la producción de carne. El efecto directo de la utilización de los promotores de crecimiento suma un 18 % a la producción de carne por unidad de ingreso en los Estados Unidos (Rumsey, 1984).

El consumo constituye el principal proceso en el animal debido a que establece el nivel de producción del mismo. Este proceso puede dividirse en dos factores: Lo relativo a las limitaciones físicas y aquellos factores relacionados con las regulaciones del apetito y comportamiento alimenticio.

Las limitaciones físicas, dominadas por la capacidad del rumen, son de particular importancia para los rumiantes ya que a menudo la cantidad de fibra vegetal regula la digestibilidad de dichas dietas. Las limitantes químicas están determinadas por un mecanismo metabólico (requerimiento de energía) y se conoce poco acerca de prácticas de manipulación química para éstas, excepto algunos efectos indirectos sobre el porcentaje de digestión y porcentaje de pasaje, lo que determina en términos generales, una disminución del material no digerible en el rumen (Betancourt, 1995).

2.5 IONOFOROS

Los ionóforos son aditivos alimenticios usados para incrementar la ganancia de peso y la eficiencia de conversión alimenticia en el ganado (Goodrich y col., 1984). Estos son compuestos orgánicos que tienen la habilidad de unirse a metales catiónicos tales como

K, Na, Ca y Ba solubilizándolos en medios lípidos, favoreciendo de esta manera su transporte a través de las membranas (Zorrilla, 1990). Al modificar la permeabilidad de la membrana citoplasmática de las bacterias ruminales, permiten un mejor aprovechamiento de las moléculas de NADH H⁺ por las bacterias propiogénicas, modificando el nivel ruminal y las proporciones de los AGV's. Además tienen un efecto negativo sobre las bacterias gram-positivas que generalmente son productoras de acetato (Acevedo, 1993).

De igual forma mejoran la eficiencia con que el alimento consumido es transformado en peso corporal, ya que actuando a nivel ruminal incrementan la producción de ácido propiónico, el cual servirá para la producción de carne; además, disminuyen la metanogénesis y la rápida proteólisis ruminal. La producción de ácido propiónico no genera pérdidas, a diferencia de los ácidos acético y butírico los cuales producen subproductos tales como metano y anhídrido carbónico, que aunque ricos en energía escapan del animal por los eructos de los rumiantes.

Un número considerable de estudios han evaluado los efectos de los ionóforos en la actividad microbiana del rumen los cuales se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Algunos efectos de los ionóforos en la actividad ruminal

Detalle	Referencia
Aumento de las proporciones de propionato	
Menor concentración de acetato	
Menor concentración de butirato	Richardson y col., (1976)
Menor producción de metano	Chalupa y col., (1980) Thorton y col., (1976)
Disminución de proteólisis	Hanson y Klopfenstein, (1979)
Disminución de la deaminación	Van Nevel y Demeyer, (1977) Schelling y col., (1977)
Aumento de la digestibilidad de la proteína	Beede y col., (1980)
Disminución de la degradación ruminal de la proteína de la dieta	Schelling y col., (1977)
Aumenta la velocidad de paso	Lemeneyer y col., (1978)
Menores concentraciones de potasio	
Menores concentraciones de calcio	Starnes y col., (1984)

Fuente: Schelling, 1984.

Los ionóforos han sido utilizados para la manipulación de la función del rumen y por lo tanto para mejorar el desempeño del ganado de carne por medio de la alteración del consumo de alimento, incrementando eficiencia de conversión alimenticia y ganancia de peso (Goodrich y col., 1984).

2.6 MONENSINA

La monensina es un aditivo alimenticio para el ganado, introducido en 1975 en la industria del engorde estabulado en EE.UU. Es un compuesto biológicamente activo, producido por la bacteria *Streptomyces cinramonensis* en forma de sal sódica que altera las proporciones de ácidos grasos volátiles (AGV) que se producen en la fermentación ruminal. La monensina favorece la producción de ácido propiónico a expensas de los ácidos butírico y acético ocasionando un ahorro de energía ya que las pérdidas por la producción de gases (dióxido de carbono y metano) son menores (Zorrilla, 1990). Según Potter y col. (1976) la monensina es capaz de:

- a) Aumentar la eficiencia de utilización energética en el rumen.
- b) Aumentar las ganancias diarias de peso.
- c) Alterar el consumo voluntario.
- d) Mejorar la conversión alimenticia.
- e) Prevenir la incidencia de desórdenes metabólicos (acidosis).

2.7 EFECTO DE LA MONENSINA EN LA PRODUCCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS VOLÁTILES (AGV's).

El efecto de la monensina mayormente documentado es la disminución de la proporción molar de acetato - propionato, cambio que resulta favorable para la producción de carne de los rumiantes. Las concentraciones de butirato ruminal normalmente disminuyen también con la monensina, al igual que la producción de metano. Ejemplo de los cambios típicos observados en el rumen de un animal que recibe monensina son mostrados en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Efecto de la monensina en la fermentación ruminal *in vivo*^a

Detalles	Grupo control	Grupo tratado con monensina
Total de AGV's (mM)	77.80	74.90
Proporciones molares (%)		
Acetato	66.70	61.30
Propionato	20.10	26.10
Butirato	9.20	9.40
razón Acetato : propionato	3.33	2.37
Producción de metano (moles/100 moles de hexosa)	62.30	54.20

^a Adaptado de Dawson, 1988; por Betancourt, 1995.

La mayor proporción de ácido propiónico estriba en que este es producido a expensas de acetato. El concepto de que el propionato es utilizado más eficientemente que el acetato o los precursores de acetato está basado en dos factores: El primero es que la producción de propionato por la fermentación del rumen parece ser mas eficiente que la de acetato. El segundo factor, el más controversial es que existe evidencia de que el propionato es utilizado por el tejido más eficientemente que el acetato (Chalupa, 1977). Shelling (1984) sugiere que otra posible ventaja del propionato es que éste es más flexible como fuente de energía que el acetato. Richardson y col. (1976) calcularon teóricamente que el ahorro de energía para el animal suplementado con monensin era del 5,6%.

Los cambios en la proporción de los ácidos grasos volátiles se deben a que la monensina fomenta las bacterias gram-negativas, productoras de propionato, con respecto a las gram-positivas, productoras de acetato y butirato (Chen y Wolin, 1979; citado por Burrin y Britton, 1986). Además monensin causa un incremento en la concentración de lactato (Beede y Farlin, 1977). Dawson (1988), reporto una reducción de 35% en la proporción de acetato - propionato y una reducción de 20% de metano producido en fermentadores artificiales. Estos cambios ocurrieron sin acciones significativas de la cantidad total de AGVS, pH, o concentraciones de las bacterias presentes en los fermentadores. Estos resultados concuerdan con los observados por Richardson y col. (1976), quienes determinaron que la cantidad total de AGV producida a nivel ruminal no se altera; lo que ocurre es que mayor cantidad de glucosa se transforma en propionato, disminuyendo la cantidad de acetato y butirato producido (Dinius y col, 1976; Thompson y Riley, 1980).

2.8 EFECTO DE LA MONENSINA EN LA UTILIZACIÓN DE LA PROTEÍNA

La monensina reduce significativamente la degradación ruminal de la proteína de la dieta. Esto ha sido demostrado por la disminución del grado de degradación de los aminoácidos libres en el fluido ruminal (Schelling, 1984). El contenido de amonio disminuye (Dinus y col, 1976) paralelamente con disminución de la deaminación o proteólisis. Con esto aumenta la cantidad de proteína que es utilizada como fuente de aminoácidos a nivel intestinal y no como energía en los procesos degradativos del rumen. Muntifering y col. (1980) reportaron un incremento en la digestibilidad de la proteína y una disminución en la concentración de amonio, lo que mejora la utilización de nitrógeno a nivel ruminal.

Che-Ming y col. (1993) demostraron que al agregar monensina en la dieta de vacas lecheras no lactantes, en la cual la proteína era suplida por la harina de soya hubo una reducción en más de 30% de la producción de amonio. Chen y Russell (1991), concluyeron que el efecto de la monensina en la dieta de vacas no lactantes es disminuir la producción de amonio y aumentar la producción de nitrógeno no proteico NNP y nitrógeno no amónico NNA. La influencia de la monensina en la síntesis de la proteína microbiana depende mucho de la adaptación (Schelling, 1984). Muchos estudios han indicado que monensin disminuye el crecimiento microbial cuando éstos no han sido adaptados (Bartley y col, 1979). Sin embargo, cuando existe un periodo de adaptación de 7 a 21 días no afecta el crecimiento microbial (Poos y col; citado por Schelling, 1984).

2.9 EFECTO DE LA MONENSINA EN EL DESEMPEÑO ANIMAL

2.9.1 Ganancia de peso

Jamroz y col. (1984) determinaron que, en raciones con alto contenido de concentrados, la adición de monensina no afectó la ganancia diaria. En contraste, en raciones con alto contenido de ensilaje de maíz o de rastrojos las ganancias diarias de peso incrementaron en un 11.4% y 5.4% respectivamente.

Goodrich y col. (1984) reportaron que ganado alimentado con monensina ganó peso 1.6% más rápido que los animales alimentados con una dieta control sin este aditivo. Además el consumo alimenticio de los primeros promedió 6.4% menos que el tratamiento control. El alimento requerido por 100 Kg. de ganancia de peso fue reducido en un 7.5% debido a la suplementación. Todo esto puede explicarse, ya que la monensina promueve una mejor utilización del alimento consumido, mejorando el comportamiento animal.

Potter y col (1976) observaron que en animales suplementados con monensina aumentaron el peso en un 17% con respecto al control. Una mejora en el desempeño de los animales puede esperarse debido a una mayor retención de carbono y energía en la fermentación del rumen (Richardson y col, 1976).

Según Rouquette y col. (1980), diferencias de ganancia de peso equivalentes al 30% (0.21 Kg/animal/día) se dieron al incluir monensina en el suplemento proteico dado a animales en pastoreo. Davis y Erhart (1976) determinaron que al administrar monensin en raciones que contienen urea, hace que la utilización del nitrógeno no proteico sea mayor en un 6%.

Parrot y col. (1990) utilizaron cápsulas ruminales de liberación lenta de monensina y observaron ganancias diarias de peso de 7.8 a 13.1% superiores al control. Además, en pastoreo éste método de administración evitó el costo de la alimentación diaria para suplir este producto.

2.9.2 Consumo voluntario

Davis y Erhart (1976) determinaron que el consumo de alimento empezó a disminuir a partir del sexto o séptimo día después de administrar monensina en la dieta, observándose diferencias drásticas en los primeros 21 días, para después estabilizarse por los 35 a 40 días.

Turner y col. (1980) indicaron que el consumo se reduce en un 13% con respecto al control, cuando se utilizó monensina; consecuentemente el costo de la alimentación durante los periodos de escasez de forrajes se reduce. Raun y col. (1976) reportaron que el consumo de alimento disminuye en raciones que contienen altas cantidades de granos, manteniendo el mismo nivel de aumento de peso. Burrin y col. (1988) están de acuerdo en

que, cuando se utiliza monensina, el consumo con dietas de alto contenido de granos disminuye, ayudando al animal a superar los problemas de acidez durante el periodo de adaptación.

En animales alimentados con cascarilla de semilla de algodón más un suplemento energético y monensina, se observó una disminución en el consumo de 0.71 Kg. en comparación con el control (Vijchulata y col., 1980). Igualmente Potter y col. (1986), al alimentar los animales en confinamiento con residuos de cosechas, una mezcla de heno y suplemento energético más monensina, observaron que el consumo disminuyó en un 3.1%.

Con animales en pastoreo, Potter y col. (1976) reportaron que el consumo voluntario se mantiene y la ganancia diaria de peso aumenta. Concluyendo que la monensina aumenta la eficiencia de los pastos para suplir los requerimientos nutricionales del animal.

2.9.3 Conversión alimenticia

Gill y col. (1976) estudiaron el efecto de la monensina sobre la conversión alimenticia en tres diferentes niveles de ensilaje de maíz más suplemento concentrado balanceado y encontraron que al aumentar la proporción de ensilaje mejoró la eficiencia de conversión. Cuando se suministró 14% de ensilaje de maíz la eficiencia de conversión mejoró en un 5.66%, mientras que con 75% de ensilaje de maíz la conversión mejoró en un 7.79%.

Thompson y Riley (1980) no encontraron diferencia en la conversión de alimento cuando administraron monensina en dietas con deficiencia (9% PC) o exceso (15% PC) de proteína, esto indica que la monensina no mejora la eficiencia de conversión en dietas que sean deficientes o excedan los niveles de requerimiento del animal.

Según Vijchulata y col. (1980), en novillos en crecimiento, alimentados con cascarilla de semilla de algodón más suplemento energético, la monensina mejoró la eficiencia de conversión en un 13% en la suplementación baja de energía y en un 9.7% en los niveles altos de suplementación energética.

La administración de monensina en la dieta de novillos de engorde en confinamiento, alimentados con forraje de corte compuesto de una mezcla de gramíneas y leguminosas más un suplemento balanceado, la eficiencia de conversión mejoró en un 14%, debido al uso más eficiente de forraje por el efecto de la monensina (Potter y col., 1976).

2.9.4 Condición Corporal

La condición corporal es una medida subjetiva que va de 1 para el animal flaco y 5 para obeso (escala para ganado lechero). Sirve para evaluar si la dieta que éstos están consumiendo les suple los nutrientes necesarios para mantenimiento, producción y acumulación de reservas para el siguiente ciclo de producción. También es un buen

indicador del estado de salud de los animales, y nos permite predecir el comportamiento productivo y reproductivo una vez que estos paren. No se encontraron datos experimentales que relacionen el efecto de la monensina con esta característica.

2.9.5 Efectos en coccidias

Los animales se contagian por ingestión de los ooquistes de protozoarios del género *Eimeria* eliminados en las heces de los portadores (Vélez, 1992). Se estima que el ganado se infecta por coccidias alguna vez durante su primer año de vida (6 a 9 meses de edad; Surveyes citado por Goodrich y col., 1984). Se estimó que el 5% de éstos requieren tratamiento anualmente. En caso contrario, los animales pierden peso y requieren periodos más largos de alimentación. Cuando la infección es muy severa produce anemia, diarrea y hasta muerte si no se trata el animal (Fitzgerald, 1975; citado por Goodrich, 1984).

Dosis de monensina de 1.0 mg/Kg de peso vivo/día, de 10 a 20 días después de la inoculación con coccidias, elimina los signos clínicos de coccidiosis evitando pérdidas de peso (Stockdates y Yates, 1978; citado por Goodrich y col., 1984).

2.10 DOSIFICACIÓN

Después de una serie de estudios se llegó a establecer las dosis de monensina en las cuales se obtienen los mejores rendimientos. Al probar varios niveles de monensin (0.1, 0.25, 0.5, 1.0, 5.0, 25.0 ppm) en la producción de AGV's en animales alimentados con raciones altas en granos, con 1.0 ppm se inició la reducción en la producción de los ácidos acético, valérico e isovalérico y el aumento en el ácido propiónico (Richardson, 1976; citado por Acevedo, 1993).

Potter y col. (1976) probaron diferentes dosis de monensina (50, 100, 200, 300, 400 mg/animal/día) en novillos en pastoreo, observándose que a una dosis de 200 mg/animal/día los novillos aumentaron la ganancia diaria de peso en un 17% y la eficiencia de conversión en 20%. Esta dosis es también recomendada por el fabricante y otros autores (Vijchulata y col., 1980; Thompson y Riley, 1980; Rouquette y col., 1980; Wagner y col., 1984; Potter y col., 1986). El efecto de esta dosis se puede ver en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Efecto de diferentes dosis de monensina en la ganancia diaria de peso (Kg) en animales en crecimiento en pastoreo y alimentados con pasto de corte.

Experimento	Año	Repetición	Dosis de monensina (mg/animal /día)					
			0	50	100	200	300	400
1	1.972	1	0.37		0.47	0.51		0.39
2	1.973	1	0.56	0.60	0.70	0.72		
3	1.974	1	0.68	0.72	0.82	0.78	0.78	0.80
3	1.974	2	0.63	0.62	0.68	0.71	0.69	0.70
4a	1.974	1	0.48	0.52	0.55	0.56	0.49	0.50
4	1.974	2	0.51	0.55	0.53	0.61	0.59	0.53
medidas ajustadas			0.54	0.55	0.60*	0.63**	0.60*	0.58

a consumo basado en pasto de corte

* $P < .05$

** $P < .01$

Fuente: Potter y col. (1976).

2.11 CONCEPTOS ECONÓMICOS RELEVANTES

Un análisis económico es dar valoración monetaria a procesos de producción, actividades productivas, tratamientos, servicios, para estimar si están generando ganancias o pérdidas. Existen otros análisis que nos sirven para elegir la actividad productiva que nos generará mayores beneficios, entre estos tenemos: el análisis marginal, nos permite adoptar una actividad productiva o un cambio en esta cuando los beneficios adicionales excedan a los costos adicionales; análisis de dominancia, con este podemos ordenar alternativas de producción de menores costos totales a mayores costos totales permitiéndonos determinar la alternativa que tiene beneficios menores o iguales a los de la alternativa de costos variables más bajos, siendo esta la alternativa dominada; la curva de beneficios netos es un gráfico que nos permite seleccionar alternativas de producción que no están dominadas y la tasa de retorno marginal que nos indica el porcentaje en que los beneficios se incrementaron al incrementar los costos que varían.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

Este experimento se realizó en la Sección de Ganado Lechero, Departamento de Zootecnia de la Escuela Agrícola Panamericana (E.A.P.), ubicada en el valle del Zamorano a 32 Km. de Tegucigalpa, Honduras, a una altitud de 800 m.s.n.m. En esta región se presentan dos estaciones bien marcadas en el año, una lluviosa en un período de 6 meses de Junio a Noviembre con una precipitación promedio anual de 1000 mm., y otra seca en un período de 6 meses de Diciembre a Mayo. La temperatura media es de 23°C., con una máxima de 29° C. y mínima de 18°C.

3.2 INFRAESTRUCTURA

Se utilizó un corral con 14 comederos de acceso controlado "Calan" con una capacidad de 0,2 m³ donde se les ofreció forrajes. En el mismo corral tenían acceso a agua las 24 horas del día. También se utilizaron 14 cepos del establo de ordeño para dar la suplementación diaria con concentrado.

3.3 ANIMALES

Se utilizaron 14 vaquillas de las cuales 10 fueron de la raza Holstein y 4 de la raza Jersey, con un peso promedio de 182 Kg y una edad entre los 5 y 11 meses.

3.4 ALIMENTACIÓN

La alimentación fue a base de ensilaje de sorgo (*Sorghum bicolor*) y heno de pasto transvala (*Digitaria eriantha*), con una suplementación de concentrado, a un nivel que fue ajustado de acuerdo con el análisis bromatológico del ensilaje y el heno que se utilizó, y 22 g/animal/día de sal mineral. Se les ofreció una cantidad mínima de ensilaje de sorgo de 13 Kg/animal/día y 3 Kg/animal/día de heno de pasto transvala (alimentación base). Se calculó la cantidad de concentrado a ofrecer en base al peso inicial y para una ganancia de peso de 680 g/animal/día. La cantidad de concentrado se mantuvo constante en todo el período del experimento para simular condiciones normales de manejo. En el Cuadro 4 se presentan las cantidades estimadas que los animales debieron consumir.

Cuadro 4. Consumo de diferentes alimentos necesario para tener ganancias diarias de peso de 0.68 Kg/día.

Pareja	Cantidad de alimentos en Kg/día de materia fresca			
	Ensilaje	Heno	Concentrado	Sal Mineral
A	9.09	2.27	2.50	0.022
B	8.18	2.27	2.50	0.022
C	7.95	2.05	2.95	0.022
D	7.72	1.93	2.95	0.022
E	5.91	1.50	2.95	0.022
F	7.95	2.05	2.27	0.022
G	7.05	1.82	2.27	0.022

Fuente: El autor

3.5 TRATAMIENTOS

Se utilizaron dos tratamientos:

3.5.1 Tratamiento A: Alimentación base y suplementación con concentrado con 100 mg de monensina/animal/día, en los primeros siete días (periodo de adaptación) y a partir del octavo día se dio 200 mg de monensina/animal/día. El aditivo fue agregado al concentrado destinado a la suplementación de los animales que estuvieron en este tratamiento en las dosis recomendadas por los fabricantes.

3.5.2 Tratamiento B: Alimentación base y suplementación con concentrado (testigo).

El experimento tuvo una duración de 112 días divididos en 4 periodos de 28 días cada uno.

3.6 VARIABLES

3.6.1 Técnicas

3.6.1.1 Ganancia diaria de peso. Esta medición se hizo para cada periodo, se sacó la diferencia de peso (final - inicial) y se dividió entre 28 días.

3.6.1.2 Consumo de materia seca. Esta medición se hizo los últimos 7 días de cada periodo. El consumo se sacó por diferencia de lo ofrecido menos lo rechazado.

3.6.1.3 Conversión alimenticia. Esta se calculó para cada periodo, dividiendo el consumo de materia seca entre la ganancia de peso.

3.6.1.4 Condición corporal. Se hizo una medición el último día de cada periodo, por observación de una persona especializada en este tipo de evaluaciones.

3.6.2 Económicas

3.6.2.1 Costos fijos

3.6.2.2 Costos variables: Costos de alimentación
 Costos de manejo
 Costos de mano de obra
 Imprevistos

3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

Los 14 animales se dividieron en parejas de tal manera que los dos miembros de cada una fueran de la misma raza y con similares pesos y edades iniciales. Se formaron 5 parejas de la raza Holstein y 2 parejas de la raza Jersey. Se utilizó un diseño de comparaciones apareadas, aplicando un tratamiento a un miembro del par y el otro al otro miembro del par. También se utilizó un análisis de covarianza, corrigiendo los datos de las variables por raza, consumo de proteína cruda y por la relación entre la energía suplida por forrajes y la suplida por el concentrado. El análisis estadístico se realizó con el paquete "Sistema de análisis estadístico" (S.A.S. 1995), haciendo una prueba "t" para muestras apareadas y un análisis de covarianza con un diseño en bloques completamente al azar.

3.8 ANALISIS ECONOMICO

En este se comparan los costos que varían con los beneficios netos de los tratamientos que resultan significativos por medio de un análisis marginal, necesitándose medir costos fijos y costos variables como: costos de alimentación, manejo, mano de obra e imprevistos para realizar el cálculo de éste. Se realiza inicialmente un análisis de dominancia para luego graficar la curva de beneficios netos y al final obtener la tasa de retorno marginal.

3.8.1 Análisis de dominancia

Se ordenan los costos totales de los tratamientos de menor a mayor. Se dice que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos variables más bajos.

3.8.2 Curva de beneficios netos

Se grafica cada tratamiento con un punto relacionando el total de costos que varían con sus beneficios netos, quedando unidos con una línea las alternativas que no son dominadas.

3.8.3 Tasa de retorno marginal

Se obtiene de la relación entre beneficio neto marginal (aumento de beneficio neto) y el costo marginal (aumento en los costos que varían).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 GANANCIA DE PESO

Aunque al calcular la ganancia diaria promedio de los grupos suplementado y no suplementado con monensina, se observó una superioridad de un 10,97% en favor del grupo suplementado, las diferencias en ganancia diaria de peso dentro de cada pareja no fueron significativas para ningún periodo, ni tampoco para el ensayo completo. La variabilidad entre parejas fue muy alta (Anexo 10.1).

Se reevaluaron los datos de ganancia de peso sin tomar en cuenta las parejas, pero corrigiendo por raza, edad y peso inicial, pero aún así el efecto de los tratamientos no fue significativo. El coeficiente de variación fue de 14.59% (Anexo 10.6). En el Cuadro 5 se presentan las GDP promedio por tratamiento.

Cuadro 5. GDP promedio por tratamiento.

Tratamientos	GDP g/día	D.E.	Incremento en %
Monensin	634.71	±109	10,97
Testigo	565.14	±57	
CV= 14.51			

Como la cantidad de concentrado que se ofreció a cada animal no fue ajustada a medida que iba aumentando de peso, la relación entre la energía suplida por el forraje y la energía suplida por el concentrado para los distintos animales varió de 0.80 a 1.73 (Anexo 9). Esto podría explicar la inconsistencia en los resultados, ya que según Jamroz y col. (1984), la adición de monensina en dietas altas en concentrados no tiene efecto en la ganancia diaria de peso. Según Zorrilla (1990), cuando la limitación física del volumen ruminal no sea el factor principal que limite el consumo de alimento, no se encontrará efecto de la suplementación con monensina, ya que la disponibilidad de energía en animales tratados y no tratados será la misma.

Se repitieron los análisis corrigiendo los datos por el consumo total de proteína y la relación forraje : concentrado como fuentes de energía, pero no se encontró efecto significativo de ninguno de los dos factores (P= 0.20; Anexo 10.6)

4.2 CONSUMO DE MATERIA SECA

La diferencia observada en el consumo de materia seca de ambos grupos fue muy pequeña. El coeficiente de variación fue de 13.76%. Al analizar los resultados por

parejas fue aparente una disminución en el consumo de materia seca de los individuos suplementados con monensina, pero la variabilidad fue aún mayor (Anexo 10.2). Se hicieron las correcciones por raza, edad y peso inicial, manteniéndose el resultado anterior. En el Cuadro 6 se presentan los consumos de materia seca promedio por tratamientos.

Cuadro 6. Consumo de materia seca de los tratamientos en un periodo de 112 días.

Tratamientos	Consumo en Kg de MS	D.E.	Incremento en %
Monensin	730.11	±91	-0.99
Testigo	737.41	±111	
CV= 13.76			

Zorrilla (1990) indica que la monensina no tiene efecto alguno en el consumo voluntario de alimento en animales alimentados con dietas basadas en forrajes toscos. Se repitieron los análisis corrigiendo los datos por el consumo total de proteína y la relación forraje : concentrado como fuentes de energía, y aunque ésta vez el efecto de ambos factores fue significativo, el efecto de la suplementación con monensina continuó siendo no significativo ($P= 0.53$; Anexo 10.7)

4.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Las diferencias en conversión alimenticia entre los miembros de las parejas mostraron una tendencia a aumentar de un período otro, siendo generalmente favorable al tratamiento con monensina. Sin embargo, la variabilidad fue aún mayor y no se encontraron diferencias significativas ($P>0.25$; Anexo 10.3). Se hicieron las correcciones por raza, edad y peso inicial manteniéndose el resultado anterior. En el Cuadro 7 se presenta la conversión alimenticia promedio de cada tratamiento.

Cuadro 7. Conversión alimenticia (CA) en Kg de materia seca (MS) /Kg de peso vivo (PV) de los tratamientos.

Tratamientos	CA en KgMS/KgPV	D.E.	Incremento en %
Monensin	10.39	±0.90	-12.17
Testigo	11.83	±2.61	
CV= 25.13%			

La proteína total consumida por los animales en el ensayo estuvo en el rango de 9.64 a 11.53% de la materia seca consumida, considerándose estos niveles ligeramente bajos. Según Thompson y Riley (1980) con niveles de proteína de 9% de la materia seca no se observan diferencias en conversión alimenticia en animales tratados con monensina.

El efecto de la monensina en la conversión alimenticia también es sensible a la energía en la dieta. Se hicieron análisis corrigiendo los datos por el consumo total de proteína y la relación forraje: concentrado como fuentes de energía. El efecto de la fuente de energía fue significativo ($P < 0.05$) pero no el nivel de proteína, tal vez debido a que las diferencias en éste último de un animal a otro no fueron grandes. El efecto de la suplementación con monensina continuó siendo no significativo ($P = 0.33$; Anexo 10.8). En la figura 1 se observa el comportamiento de la conversión alimenticia durante el experimento.

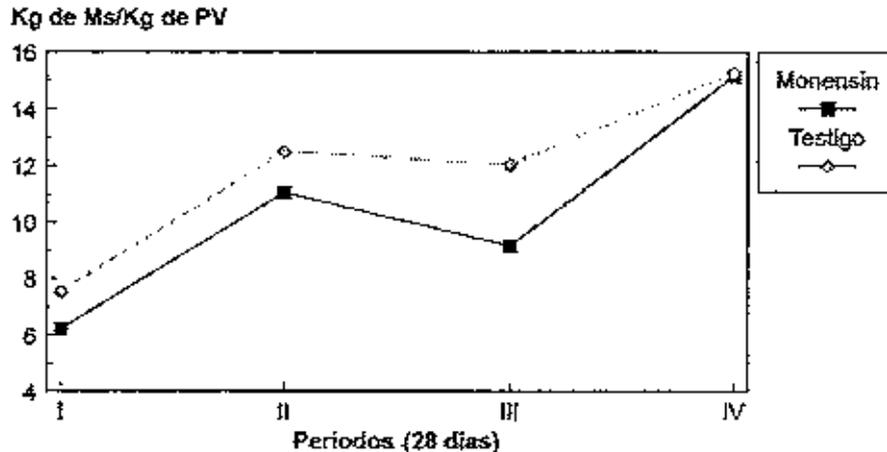


Figura 1. Datos de conversión alimenticia promedio por periodo.

La CA fue incrementándose más cada periodo para ambos tratamientos principalmente por el constante crecimiento en que estaban los animales, por lo que sus requerimientos nutricionales cada vez eran mayores y el alimento consumido, sólo llenaba las necesidades de mantenimiento.

4.4 CONDICIÓN CORPORAL

La condición corporal (CC) fue en promedio un 5.88% mejor en el tratamiento con monensina que el testigo, pero esta diferencia no fue significativa ($P = 0.1041$) entre los tratamientos. El tratamiento con monensina tuvo CC promedio de 3.06 ± 0.20 y el testigo 2.88 ± 0.3 . Al realizar la corrección por consumo de PC y energía tampoco se encontró diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 10.5) aún presentando una variabilidad relativamente baja. En el Cuadro 8 se presenta la condición corporal promedio de cada tratamiento.

Cuadro 8. Condición corporal (CC), en una escala de 1 a 5, de los tratamientos.

Tratamientos	CC	D.E.	Incremento en %
Monensin	3.06	± 0.20	5.88
Testigo	2.88	± 0.30	
CV= 8.48%			

Debido al crecimiento y desarrollo en que se encontraban los animales, no se observaron calificaciones altas debido a que los nutrientes ingeridos son destinados al desarrollo de estructura ósea y producción de músculos, por lo tanto no hay depósito de grasa como reserva. En la Figura 2 se presentan los datos de CC promedio por periodos.

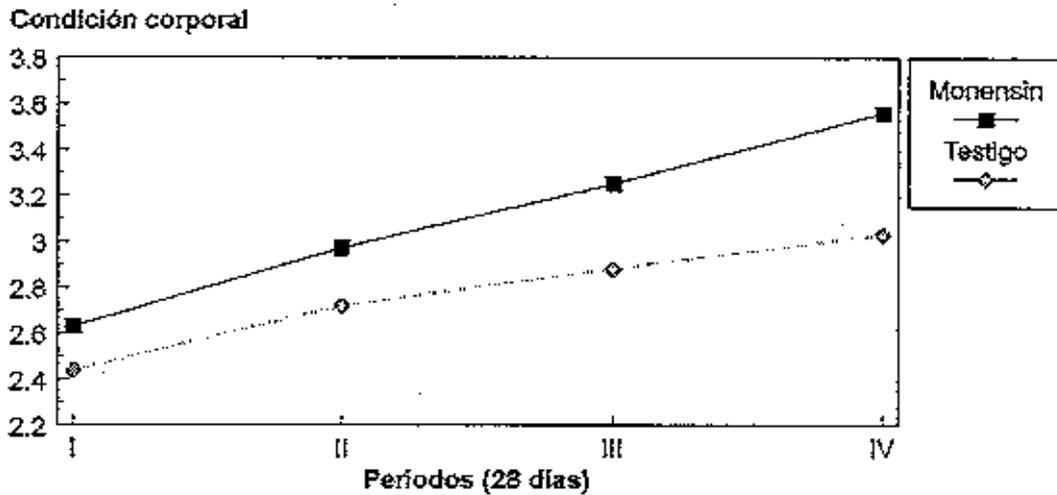


Figura 2. Datos de condición corporal promedio por periodo.

4.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

Por no encontrarse diferencias significativas entre los tratamientos no se justifica hacer un análisis económico marginal.

V. CONCLUSIONES

A pesar de que se observó una ligera tendencia en las variables ganancia diaria de peso, consumo de materia seca y condición corporal a favor del tratamiento con monensina, las diferencias no fueron significativas.

La variabilidad que presentaron los datos tuvo cierto efecto en los resultados no significativos estadísticamente. Los resultados fueron muy variables de una pareja a otra. Mientras que en algunas parejas se observó una diferencia considerable a favor del tratamiento con monensina, en otras había diferencias de igual magnitud en el sentido contrario.

Las diferencias observadas se debieron principalmente al consumo de proteína cruda y la relación entre la energía suplida por forrajes y la suplida por el concentrado.

Al mantenerse constante la cantidad de concentrado ofrecido a los animales, el forraje consumido no fue capaz de compensar el aumento en los requerimientos de los animales a medida que éstos crecían, por lo que creó una fuente adicional de variación en el ensayo cuyo efecto no pudo ser controlado estadísticamente.

En el sistema actual de suplementación usado en la E.A.P., en la que a todos los animales se les proporciona la misma cantidad de concentrado, el uso de monensina no parece ser prometedor.

VI. RECOMENDACIONES

En estudios futuros se deben utilizar unidades experimentales más uniformes y un número mayor de ellas para evitar alta variabilidad en los datos.

En estudios posteriores se debe realizar un ajuste en la dieta después de cada periodo de evaluación.

Se deben probar nuevas dosis de monensina porque las recomendadas por los fabricantes y la mayoría de los investigadores han sido evaluadas en zonas con características climáticas distintas a las nuestras.

Realizar estudios agregando monensina en dietas no convencionales para tratar de hacer un mejor aprovechamiento de nuestros recursos.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ACEVEDO, M.R. 1993. Efecto de promotores de crecimiento en el engorde de toretes. Tesis de Ingeniería Agronómica. Tegucigalpa, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 44p.
- AVILA, E.; SHIMADA, A.; LLAMAS, G. 1990. Anabólicos y aditivos en la producción pecuaria. México, D.F. 553 p.
- BARTLEY, E.E.; HEROD, E.L.; BECHTLE, R.M.; SAPIENZE, D.A.; BRENT, B.E. DAVIDORICH, D. 1979. Effect of monensin, lasalocid, or a new polyether antibiotic with and without niacin or amicloral on rumen fermentation *in vitro* and on heifer growth and feed efficiency. *J. Anim. Sci.* 49:1066.
- BATH, D.; DICKINSON, H.; TUCKER, H.; APPELEEMAN, R. 1986. Ganado lechero. Traducido por: Sergio Muñoz González. Editorial Interamericana. México. 541 p.
- BEEDE, D.K. y FARLIN, S.D. 1977. Effects of antibiotics on apparent studies. *J. Anim. Sci.* 45:385.
- BETANCOURT, G.M. 1995. Efecto de aditivos alimenticios en el levante de sementales. Tesis de Ingeniería Agronómica, Tegucigalpa, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 50 p.
- BURRIN, D.G. y BRITTON, R.A. 1986. Response to monensin in cattle during subacute acidosis. *J. Anim. Sci.* 50:563.
- CHALUPA, W. 1977. Manipulating rumen fermentation. *J. Anim. Sci.* 45:585.
- CHEN, G.; RUSSELL, J.B. 1991. Effect of monensin and a protonophore on protein degradation, peptide accumulation, and deamination by mixed ruminal microorganisms *in vitro*. *J. Anim. Sci.* 69:2196.
- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT.
- DAVIS, G.V. ERHART, A.B. 1976. Effects of monensin and urea in finishing steers rations. *J. Anim. Sci.* 51:521.

- DAWSON, K.A. 1988. Manipulating ruminal fermentations: Are there natural alternatives to ionophores for beef production?. *Biotechnology in the feed industry*. Editor T.P. Lyons. Pulicaciones técnicas Alltech, Nicholasville, K.Y. p. 101 - 112.
- DINUS, D.A.; SIMPSON, M.S.; MARSH, P.B. 1976. Effect of monensin fed with forage on digestion and the ruminal ecosystem of steers. *J. Anim. Sci.* 42:229.
- ELIZONDO, F. 1992. Administración de engorde bovino. Arte, color y texto. Guatemala.
- FLORES, A. 1996. Notas de clase de Nutrición Animal. Decano académico, Zamorano. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras.
- GILL, D.R.; MARTIN, J.R.; LAKE, R. 1976. High, medium and low corn silage diets with and without monensin for feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 43: 363.
- GOODRICH, R. D.; GARRETT, J.E.; GAST, D.R.; KIRICK, M.A.; LARSON, D.A.; MEISKE, J.C. 1984. Influence of monensin on the performance of cattle. *J. Anim. Sci.* 58:1484
- JAMROZ, D.; PRES, J.; WILICZKIEWICZ, A. 1984. Use of nutrient rumensin in feeding young fattening bulls with rations having different content of concentrate and roughage. *Roczniki - Naukowe - Zootechniki - Poland.* No. 22. p. 39-51. (Abstr, AGRIS, 1989.)
- McGUFFEY, R.K. 1987. Raising dairy replacement heifers. Elanco Products Company Indianapolis, U.S.A.
- MENACHO, C. 1995. Alternativas para el engorde de novillos y búfalos en Zamorano. Tesis de Ingeniería Agronómica. Tegucigalpa, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 44 p.
- MUNTIFERING, R.B.; THEURER, B.; SWINGLE, R.S. 1980. Effect of monensin on nitrogen utilization and digestibility of concentrate diets by steers. *J. Anim. Sci.* 50:930-936.
- N.R.C. 1988. Nutrient requirements for beef cattle. National Academy Press. Washington, USA.
- PARROT, J.C.; CONRAD, J.M.; BASSON, R.P.; PENDLUM, L.C. 1990. The effect of a monensin ruminal delivery device on performance of cattle grazing pasture. *J. Anim. Sci.* 68:2614.
- POTTER, E.L.; RAUN, A.P.; COOLEY, C.O.; RATHMACHER, R.P.; RICHARDSON, L.F. 1976. Effect of monensin in cattle on pasture or fed harvested forages in confinement. *J. Anim. Sci.* 43:1.

- RAUN, A.P.; COOLEY, E.L.; POTTER, E.L.; RATHMACHER, R.P.; RICHARDSON, L.F. 1976. Effect of monensin on feed efficiency of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 43:670.
- PRESTON, T.; LENG, R. 1980. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre nutrición de rumiantes en el trópico. Círculo de impresores Ltda. Cali, Colombia. 312 p.
- RICHARDSON, L.F.; RAUN, A.P.; POTTER, E.L.; COOLEY, C.O. 1976. Effect of monensin in rumen fermentation *in vitro* and *in vivo*. *J. Anim. Sci.* 43:670.
- ROUQUETTE, F.M. GRIFFIN, J.L.; RANDEL, R.D.; CARROLL, L.H. 1980. Effect of monensin on gain and forage utilization by calves grazing bermudagrass. *J. Anim. Sci.* 68:2614.
- RUMSEY, T.S. 1984. Monensin in cattle. U.S. Department of Agriculture, Beltsville, Animal Science Institute. *Institute of Animal Science.* 58 (6).
- SAS. 1995. SAS Users Guide. Statistical Analysis System Institute Inc. Cary, NC.
- SCHELLING, G.T. 1984. Monensin mode of action in the rumen. *J. Anim. Sci.* 58 (6).
- THOMPSON, W.R.; RILEY, J.G. 1980. Protein levels with and without monensin for finishing steers. *J. Anim. Sci.* 50:563-571.
- TURNER, H.A.; JOUNG, D.C.; RALEIGH, R.J.; ZOBELL, D. 1980. Effect of various levels of monensin on efficiency and production of beef cows. *J. Anim. Sci.* 50:563
- VELEZ, M. 1994. Producción de ganado lechero en el trópico. Tegucigalpa, Honduras. Zamorano Academic Press. 163 p.
- VIJCHULATA, P.; HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.D.; POTTER, S.G.; BECKER, H.N. 1980. Effect of monensin with cottonseed hulls and energy supplements for growing steers. *J. Anim. Sci.* 50:41-47.
- WAGNER, J.F.; BROWN, H.; BRADLEY, N.W.; DINUSSON, W.; DUNN, W.; ELLISON, N.; MIYAT, J.; MOWREY, D. 1984. Effect of monensin, estradiol controlled release implants and supplements on performance in grazing steers. *J. Anim. Sci.* 58:1062.
- WALLACE, R.L. 1992. Manipulation of rumen function: Ionophores, yeast culture and biotechnology. *Biotechnology in the feed industry.* Editor T.P. Lyons. p. 193-205.
- ZORRELLA, J.M. 1990. Ionoforos y manipuladores de la fermentación ruminal. Anabólicos y aditivos en la producción pecuaria. Sistema de educación continua en producción animal en México. A.C. México, México.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Datos de edad y peso inicial de los animales del experimento

Identificación	Edad en días	P. Inicial en Kg
34295 Tr	347	227,30
35395 T	313	222,73
35095 Tr	323	202,27
34595 T	342	209,09
38095 Tr	220	206,82
38195 T	213	193,18
36195 Tr	296	195,45
37695 T	247	175,00
38795 Tr	175	147,73
39795 T	154	134,09
43595 Tr	361	200,00
43895 T	355	200,00
45995 Tr	299	159,09
45495 T	312	188,64

Anexo 2. Análisis bromatológico de los alimentos utilizados en el experimento

Alimentos	P.C.	DIVMO	Mcal/Kg
Ensilaje de sorgo	6,90	50,98	2,24
Heno de transvala	10,00	49,85	2,19
Concentrado	14,00	70,30	3,20

Anexo 3. Ingredientes utilizados en el concentrado para la suplementación.

Ingredientes	Cantidad en %
Maíz	54.95
Salvado mixto	20.00
Harina de maní	10.00
Harina de carne y hueso	3.00
CaCO ₃	0.45
Biofos	0.65
Melaza	10.00
Sal común	0.50
Vitamina para ganado	0.25

Anexo 4. Datos de ganancias diarias de peso

Identificación	Peso Inicial	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4
34295 Tr	227.30	256.82	263.64	288.64	304.55
35395 T	222.73	252.27	261.36	290.91	295.45
35095 Tr	202.27	240.91	259.09	281.82	295.45
34595 T	209.09	231.82	234.09	259.09	265.91
38095 Tr	206.82	225.00	245.45	279.55	286.36
38195 T	193.18	213.64	229.55	254.55	263.64
36195Tr	195.45	222.73	236.36	263.64	272.73
37695 T	175.00	200.00	213.64	234.09	240.91
38795 Tr	147.73	170.45	175.00	197.73	204.55
39795 T	134.09	159.09	170.45	193.18	204.55
43595 Tr	200.00	229.55	240.91	256.82	263.64
43895 T	200.00	215.91	222.73	243.18	245.45
45995Tr	159.09	175.00	190.91	204.55	209.09
45495 T	188.64	209.09	213.64	243.18	250.00
Sumatoria	2661.39	3002.27	3156.82	3490.91	3602.27
Peso Prom.	190.10	214.45	225.49	249.35	257.31
Dif. de Peso	XXXXXXXX	24.35	11.04	23.86	7.95
GDP Prom.	XXXXXXXX	0.870	0.394	0.852	0.284

Anexo 5. Datos de consumo de materia seca

Identificación	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4
34295 Tr	174.19	176.00	20	223.68
35395 T	201.87	213.05	230.26	217.41
35095 Tr	219.92	232.18	254.07	221.75
34595 T	127.54	129.46	146.54	191.74
38095 Tr	146.91	176.71	188.03	195.61
38195 T	153.78	135.59	165.67	186.42
36195 Tr	158.65	195.09	228.42	220.23
37695 T	161.54	244.76	233.95	219.38
38795 Tr	125.61	219.37	215.43	168.80
39795 T	129.21	204.68	200.04	202.71
43595 Tr	141.83	138.22	160.72	166.13
43895 T	221.71	229.99	232.14	205.83
45995 Tr	121.66	116.47	151.26	165.96
45495 T	147.15	150.15	141.02	148.27

Anexo 6. Datos de conversión alimenticia.

Identificación	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Prom./anim.
34295 Tr	5.90	25.81	8.31	14.06	13.52
35395 T	6.83	23.44	7.79	47.83	21.47
35095 Tr	5.69	12.77	11.18	16.26	11.48
34595 T	5.61	5.46	5.93	7.45	6.11
38095 Tr	8.08	8.64	5.52	28.69	12.73
38195 T	7.52	8.52	6.63	20.51	10.79
36195 Tr	5.82	14.31	8.38	24.23	13.18
37695 T	6.46	17.95	11.44	32.18	17.01
38795 Tr	5.53	48.26	9.48	24.76	22.01
39795 T	5.17	18.01	8.80	17.84	12.46
43595 Tr	4.80	12.16	10.10	24.37	12.86
43895 T	13.94	33.73	10.86	90.56	37.27
45995 Tr	7.65	7.32	11.09	36.51	15.64
45495 T	7.19	33.03	4.77	21.75	16.69
Prom. Total	6.87	19.24	8.59	29.07	15.94

Anexo 7. Datos de condición corporal

Identificación	Inicial	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4
34295 Tr	1.50	1.75	2.00	2.50	2.75
35395 T	1.00	1.50	2.00	2.00	2.25
35095 Tr	1.25	2.00	2.00	2.50	2.50
34595 T	1.50	1.75	2.25	2.50	2.75
38095 Tr	1.50	1.75	2.25	2.50	2.75
38195 T	1.50	2.00	2.25	2.50	2.50
36195 Tr	1.00	1.50	2.00	2.00	2.50
37695 T	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00
38795 Tr	1.25	1.75	1.75	2.00	2.00
39795 T	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00
43595 Tr	2.00	2.50	2.75	3.00	3.00
43895 T	2.00	2.25	2.50	2.50	2.75
45995 Tr	1.50	1.75	2.00	2.00	2.50
45495 T	1.25	1.50	1.75	2.00	2.00

Anexo 8. Consumo de proteína cruda en la ración

Identificación	C.P.C.F.	C.P.C.C.	C.T. de P.C.	C.T. de M.S.	% P.C.
34295 Tr	42.24	38.81	81.05	781.73	10.37
35395 T	47.52	38.81	86.32	862.58	10.01
35095 Tr	51.81	38.81	90.62	927.91	9.77
34595 T	29.85	38.81	68.66	595.29	11.53
38095 Tr	34.89	41.69	76.58	707.26	10.83
38195 T	30.70	41.69	72.39	641.46	11.28
36195 Tr	40.76	41.69	82.45	802.39	10.28
37695 T	44.43	41.69	86.12	859.63	10.02
38795 Tr	33.89	41.69	75.59	729.20	10.37
39795 T	34.70	41.69	76.39	736.64	10.37
43595 Tr	31.33	35.28	66.61	606.89	10.98
43895 T	49.54	35.28	84.82	879.67	9.64
45995 Tr	27.08	35.28	62.36	555.35	11.23
45495 T	29.14	35.28	64.42	586.59	10.98

Anexo 9. Relación entre la energía suplida por forrajes y la energía suplida por el concentrado.

Identificación	E.D.T. de forr.	E.D.T. de conc.	Relación
34295 Tr	1111.52	878.17	1.27
35395 T	1286.61	878.17	1.47
35095 Tr	1428.04	878.17	1.63
34595 T	706.85	878.17	0.80
38095 Tr	903.51	943.43	0.96
38195 T	759.86	943.43	0.81
36195 Tr	1109.40	943.43	1.18
37695 T	1234.78	943.43	1.31
38795 Tr	947.28	943.43	1.00
39795 T	965.23	943.43	1.02
43595 Tr	783.93	798.34	0.98
43895 T	1377.35	798.34	1.73
45995 Tr	670.79	798.34	0.84
45495 T	738.84	798.34	0.93

Anexo 10. Salidas del programa SAS

10.1 Prueba T para aumentos de peso por periodo

SAS 14:53 Friday, October 11, 1996 1

N Obs	Variable	Mean	Std Dev	T	Prob> T
7	DP1	-0.0122	0.0444	-0.7272	0.4945
	DP2	-0.0154	0.0412	-0.9918	0.3596
	DP3	0.0120	0.0319	0.9918	0.3596
	DP4	-0.0061	0.0219	-0.7373	0.4888
	DTP	0.0052	0.1065	0.1300	0.9008

10.2 Prueba T para consumo de materia seca por periodo

SAS 7:29 Tuesday, October 29, 1996 1

N Obs	Variable	Mean	Std Dev	T	Prob> T
7	C1	-7.727	51.614	-0.396	0.7057
	C2	-7.664	65.115	-0.311	0.7660
	C3	9.454	51.775	0.483	0.6461
	C4	-1.370	25.985	-0.139	0.8936

10.3 Prueba T para la eficiencia de conversión alimenticia por periodo

SAS 16:20 Tuesday, October 22, 1996 1

N Obs	Variable	Mean	Std Dev	T	Prob> T
7	D1	-1.323	3.493	-1.002	0.3551
	D2	-8.909	24.005	-0.982	0.3641
	D3	1.130	3.445	0.868	0.4188
	D4	-12.844	28.591	-1.189	0.2795

10.4 Prueba T para la evaluación de la condición corporal por periodo

SAS 17:08 Tuesday, October 22, 1996 1

N Obs	Variable	Mean	Std Dev	T	Prob> T
7	D1	0.11	0.28	1.00	0.3559
	D2	-0.07	0.28	-0.68	0.5222
	D3	0.07	0.28	0.68	0.5222
	D4	0.04	0.30	0.31	0.7663

10.5 Datos para el análisis de covarianza

```

DATA RODOLFO; INPUT ID $ RAZA $ EDAD PI PF GDP CONS CA CC;
CARDS;
34295 H 347 227.30 304.55 0.690 781.73 13.52 3.25
35395 H 313 222.73 295.45 0.649 862.58 21.47 2.94
35095 H 323 202.27 295.45 0.832 927.91 11.48 3.25
34595 H 342 209.09 265.91 0.507 595.29 6.11 3.31
38095 H 220 206.82 286.36 0.710 707.26 12.73 3.31
38195 H 213 193.18 263.64 0.629 641.46 10.79 3.31
36195 H 296 195.45 272.73 0.690 802.39 13.18 3.00
37695 H 247 175.00 240.91 0.588 859.63 17.01 2.63
38795 H 175 147.73 204.55 0.507 729.20 22.01 2.88
39795 H 154 134.09 204.55 0.629 736.64 12.46 2.63
43595 J 361 200.00 263.64 0.568 606.89 12.86 3.81
43895 J 355 200.00 245.45 0.406 879.67 37.27 3.50
45995 J 299 159.09 209.09 0.446 555.35 15.64 3.06
45495 J 312 188.64 250.00 0.548 586.59 16.69 2.81
;

PROC GLM;

```

10.6 General Linear Models Procedure

Dependent Variable: GDP

Source	DF	Squares	Sum of Square	Mean F Value	Pr > F
TRAT	1	0.01694064	0.01694064	2.21	0.1713
RAZA	1	0.06523203	0.06523203	8.51	0.0171
ENER	1	0.00826708	0.00826708	1.08	0.3262
PC	1	0.00929092	0.00929092	1.21	0.2995
Error	9	0.06899825	0.00766647		
Corrected Total	13	0.16872893			
GDP Mean		R-Square	C.V.	Root MSE	
		0.591070	14.59480	0.087558	
		0.59992857			

10.7 General Linear Models Procedure

Dependent Variable: CONS

Source	DF	Squares	Sum of Square	Mean F Value	Pr > F
TRAT	1	186.7341	186.7341	0.43	0.5298
RAZA	1	32885.3047	32885.3047	75.19	0.0001
ENER	1	157547.4558	157547.4558	360.21	0.0001
PC	1	1886.8021	1886.8021	4.31	0.0676
Error	9	3936.4037		437.3782	
Corrected Total	13	196442.7003			
CONS Mean		R-Square	C.V.	Root MSE	
733.756429		0.979962	2.850209	20.91359	

10.8 General Linear Models Procedure

Dependent Variable: CA

Source	DF	Squares	Sum of Square	Mean F Value	Pr > F
TRAT	1	29.6674571	29.6674571	1.06	0.3310
RAZA	1	122.1672029	122.1672029	4.35	0.0667
ENER	1	264.8912924	264.8912924	9.43	0.0133
PC	1	43.0221554	43.0221554	1.53	0.2472
Error	9	252.8616351		28.0957372	
Corrected Total	13	712.6097429			
CA Mean		R-Square	C.V.	Root MSE	
15.9442857		0.645161	33.24414	5.300541	

10.9 General Linear Models Procedure

Dependent Variable: CC

Source	DF	Squares	Sum of Square	Mean F Value	Pr > F
TRAT	1	0.14606429	0.14606429	3.27	0.1041
RAZA	1	0.17010286	0.17010286	3.81	0.0828
ENER	1	0.00836908	0.00836908	0.19	0.6754
PC	1	0.72014285	0.72014285	16.11	0.0030
Error	9	0.40221378		0.04469042	
Corrected Total	13	1.44689286			
CC Mean		R-Square	C.V.	Root MSE	
3.12071429		0.722016	6.774125	0.211401	

Anexo 11. Gráficos de las variables técnicas

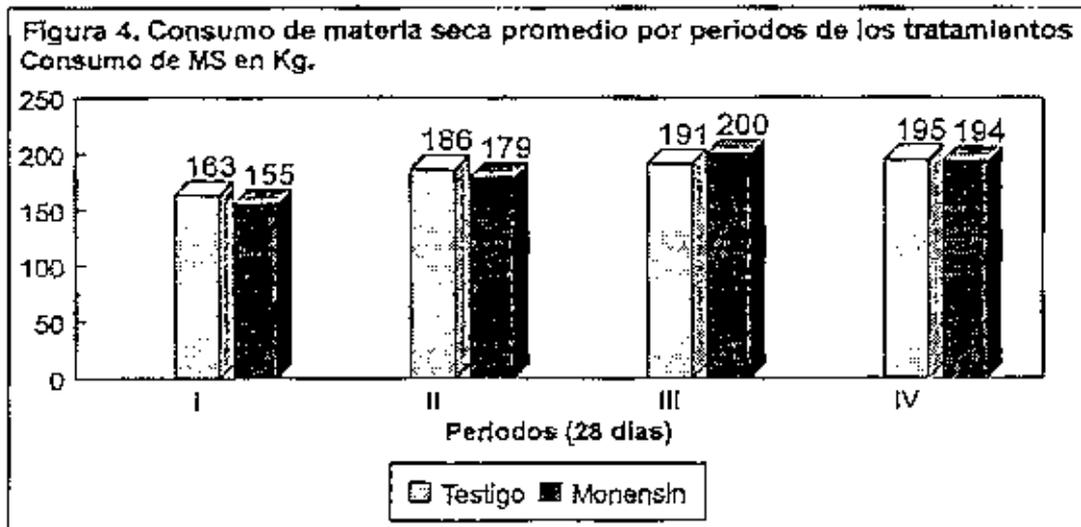
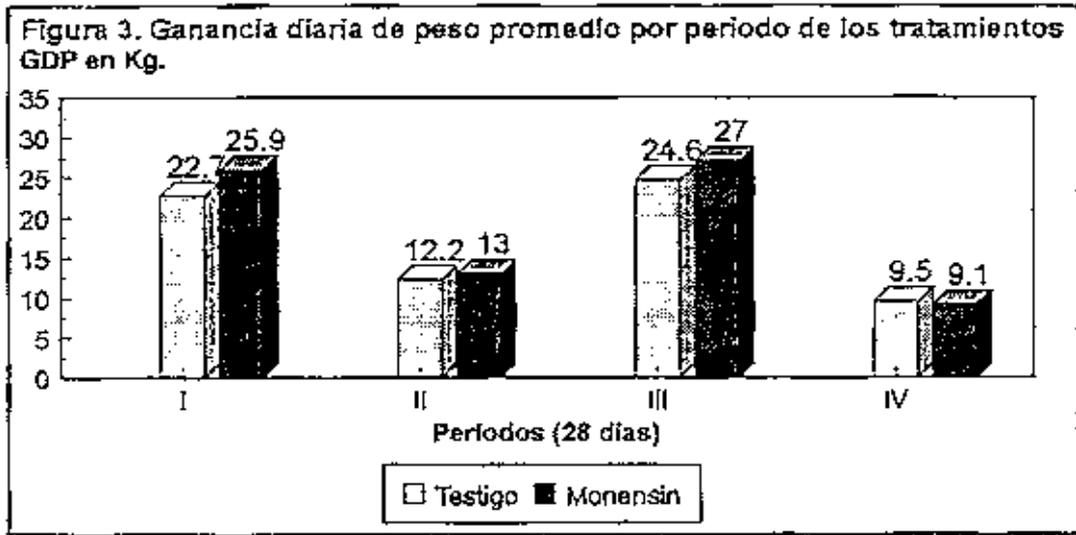


Figura 5. Conversión alimenticia promedio por periodo de los tratamientos
Kg de Ms/Kg de PV

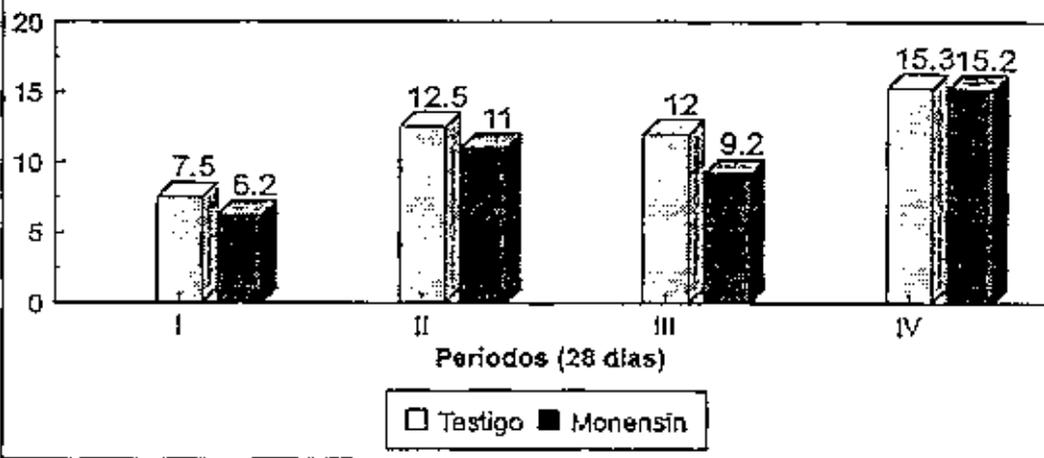


Figura 6. Condición corporal promedio por periodos de los tratamientos
Condición corporal

