

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISIÓN DE CIENCIAS VETERINARIAS

POSGRADO INTERINSTITUCIONAL EN CIENCIAS PECUARIAS



EFFECTO DE LA ADICIÓN DE UN IONÓFORO EN LA RACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE EN VACAS HOLSTEIN Y PARDO SUIZO BAJO CONDICIONES DE PASTOREO MAS SUPLEMENTACIÓN

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA:

M.V.Z. MARÍA DE LOURDES PRESAS GONZÁLEZ

COMITÉ TUTORIAL

DIRECTOR: DR. FRANCISCO JAVIER PADILLA RAMÍREZ

DR. JOSÉ MANUEL PALMA GARCÍA

M. En C. GERARDO SIMÓN ESTRADA MICHEL

ASESOR:

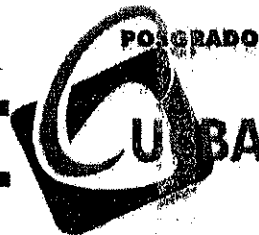
Msc. FEDERICO RODRÍGUEZ GARCÍA

Las Agujas, Zapopan, Jalisco., Mayo de 2006



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS



COORDINACIÓN DE POSGRADO

COORDINACIÓN DE POSGRADO DE LA
DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE.

Por este conducto nos permitimos enviar la VERSION FINAL DE LA TESIS que desarrolló la pasante de Maestría en Ciencias Pecuarias de la Universidad de Guadalajara, M.V.Z. María de Lourdes Presas González, cuyo título es:

"Efecto de la dición de un ionoforo en la ración sobre la producción y calidad de leche en vacas holstein y pardo suizo bajo condiciones de pastoreo mas suplementación".

Trabajo dirigido por: **Dr. Francisco Javier Padilla Ramírez**

Los que suscriben la presente avalan esta versión, la cual fue revisada y reúne los requisitos teóricos y metodológicos necesarios.

ATENTAMENTE

Las Agujas, Zapopan, Jal. a 09de Mayo del 2006.

"2006. Año del Bicentenario del natalicio del Benemérito de las Américas
Don Benito Juárez García"

REVISOR

DR. FRANCISCO JAVIER PADILLA RAMIREZ

REVISOR

DR. JOSE MANUEL PALMA GARCIA

REVISOR

M. EN C. GERARDO SIMON ESTRADA
MICHEL

REVISOR

M. EN C. SILVA RUVALCABA BARRERA

INDICE

	Página
RESUMEN	X
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISION DE LITERATURA	6
2.1 Fisiología ruminal.....	7
2.1.1 Características ruminales.....	7
2.1.2 Microflora ruminal.....	9
2.1.3 Distribución de la microflora ruminal.....	10
2.2 Ionoforos.....	11
2.2.1 Mecanismos de acción de los ionoforos.....	13
2.3 Parámetros nutricionales y reproductivos en ganado lechero.....	17
2.3.1 Digestibilidad y consumo de materia seca.....	17
2.3.2 Peso y condición corporal.....	20
2.3.3 Balance energético.....	23
2.3.4 Follicogénesis.....	24
2.3.5 Índice de concepción.....	26
2.4 Conceptos de calidad de leche.....	28
2.4.1 Porcentaje de proteína en leche.....	30
2.4.2 Porcentaje de grasa en leche.....	31
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	34
IV. JUSTIFICACIÓN.....	36
V. HIPÓTESIS.....	37
VI. OBJETIVOS.....	38
VII. MATERIAL Y MÉTODOS.....	39
VIII. RESULTADOS.....	47
IX. DISCUSIÓN.....	59
X. CONCLUSIONES.....	70
XI. LITERATURA CITADA.....	72

INDICE DE CUADROS

	Página
CUADRO No. 1 Composición de gases ruminales.....	9
CUADRO No. 2 Sensibilidad de bacterias ruminales a la monensina y lasalocida.....	16
CUADRO No. 3 Condición corporal.....	21
CUADRO No. 4 Composición química de la leche en las diferentes razas bovinas.....	29
CUADRO No. 5 Composición general de las proteínas de la leche.....	31
CUADRO No. 6 Análisis proximal en el concentrado y la pradera.....	44
CUADRO No. 7 Análisis proximal en el concentrado y la pradera.....	45
CUADRO No.8 Efecto de la adición de monensina sódica en la dieta durante el posparto sobre algunos parámetros reproductivos en vacas Holstein.....	52
CUADRO No. 9 Efecto de la adición de sódica en la dieta durante el posparto sobre algunos parámetros reproductivos en vacas Pardo Suizo.....	53

RESUMEN

Con el fin de evaluar el efecto de la adición de un ionóforo (monensina sódica) en la ración sobre la producción y la calidad de la leche en vacas Holstein y Pardo Suizo bajo condiciones de pastoreo mas suplementación. Se utilizaron 44 vacas multíparas (22 animales por raza) en un periodo de 20 semanas posparto, en los campos Experimentales de Clavellinas, ubicado en el municipio de Tuxpan Jalisco con condiciones climáticas dentro del trópico semiseco de tipo AW, y el Verdineño con condiciones de la región tropical subhúmedo de tipo AW2 pertenecientes a INIFAP. Al momento del parto, las vacas fueron asignadas al azar para formar los grupos control (concentrado sin monensina) y tratado (con monensina) con dosis de 400 y 220 mg/día/cabeza. La alimentación base consistió en praderas de zacate estrella africana (*Cynodon plectoastachyus*) y zacate pará (*Brachiaria mutica*), las praderas se manejaron rotacionalmente en periodos de dos días de ocupación por 24 días de descanso. El concentrado se ofreció a razón de 350-400 g/litro de leche producido. El inicio de la lactancia se consideró a partir del cuarto día post parto. Las variables de respuesta que se registraron fueron: peso al inicio y al final del estudio, condición corporal, producción de leche, porcentaje de grasa mensual, consumo de concentrado, parto primer celo, días abiertos, y servicios por concepción. En las praderas se tomó una muestra al inicio del pastoreo y durante la prueba y del concentrado cada vez que se elaboraba para su análisis bromatológico. En el C.E. Clavellinas los resultados en la raza Holstein fueron los siguientes: El grupo control tuvo una mejor producción de leche que el testigo que fue de 1.2 l/día, en el consumo de concentrado hubo una ligera diferencia en el grupo tratado de 1.11Kg. Por día menos de alimento que el control, en el peso corporal solo en el tercer mes fue el mayor incremento pero dentro de la prueba fue de +4.6 y +3.3Kg. en el control y testigo respectivamente. En lo referente a porcentaje de grasa en leche no hubo diferencia significativa y fue de 3.38 y 3.51% para el control y testigo. El bromatológico del concentrado registro un promedio de 21.4 % de proteína y en praderas de 11.6%. Y en los parámetros reproductivos la inclusión de monensina no tuvo significancia estadística. En el C.E. El Verdineño los resultados de la raza Pardo Suizo fueron: en la producción de leche el grupo tratado (220 mg/d) mostró una diferencia de 1.4 litros por día que el control, sin ser estadísticamente significativo; el consumo, registró una ligera diferencia de 550 g/día, en el grupo tratado contra el control, en el peso corporal hay un incremento en el tercer mes de 13Kg. del grupo con monensina y 820 g menos del control pero dentro de la prueba fue de +4.74 y +1.80Kg., respectivamente. En el porcentaje de grasa en leche no se obtuvo diferencia estadística y fue de 3.23 (control) y 3.83 (tratado). El porcentaje promedio de proteína que se registró en el concentrado fue de 24.2% y en la pradera de 7.4%. De los parámetros reproductivos que se registraron la inclusión de monensina en el concentrado, no presentó diferencia significativa.

INTRODUCCIÓN

La leche de vaca es un producto alimenticio de excelencia por sus cualidades nutritivas, esto ha hecho posible disponer de cantidades considerables de leche para consumo humano.

Sin embargo, el desarrollo de los subsistemas lácteos no ha sido uniforme en todas las sociedades. Por otro lado, existe una condición climática para la producción de lácteos asociada a las regiones templadas, en estas zonas la vaca tiene un entorno favorable que le permite con un mínimo esfuerzo, producir más leche que en clima tropical.

Con el desarrollo de un paquete tecnológico se hace indispensable generar los recursos humanos técnicos que faciliten la adopción y evolución de un nuevo planteamiento productivo de la leche. Ejemplo de ello es la especialización en el conocimiento de la producción animal que requieren las nuevas explotaciones.

En los países desarrollados, se elaboraron una serie de políticas gubernamentales para la instrumentación del paquete tecnológico y el estímulo de producción mismo que se tradujo en una sobreproducción de leche y productos lácteos, acarreado con ello una caída de los precios.

En el otro extremo se encuentran la mayor parte de los países en vías de desarrollo, que no han logrado ni incorporar el modelo tecnológico propuesto por los países industrializados ni desarrollar el propio, lo que los convierte en el principal mercado para la colocación de los excedentes de aquéllos, teniendo el status la gran mayoría de ellos de importadores de leche y productos lácteos. Este es el caso de México, país considerado entre uno de los más grandes importadores a escala mundial (García, 1996).

Por lo anterior, México se encuentra ubicada en una difícil situación pues se halla en la necesidad de satisfacer una demanda decreciente del producto, presentándose tres disyuntivas: elevar los rendimientos de leche por vaca; reducir los costos de producción e incrementar las importaciones de productos lácteos asumiendo una desventaja comparativa. Esto a largo plazo reducirá al subsector con la consecuente dependencia alimentaria respecto al producto, y a un incremento paulatino en las importaciones del exterior con salida de divisas.

Existen tres modelos de producción láctea mexicanas:

- 1) En el de ganadería tropical extensiva con doble propósito.
- 2) El de ganadería intensiva en capital y recursos.
- 3) Y el de ganadería familiar o semiespecializado (Altos de Jalisco).

Se estimó el inventario ganadero bovino para 1989 según la Secretaría de Agricultura y Ganadería y Recursos Hidráulicos (SARH), la Confederación

Nacional Ganadera (CNG) y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información (INEGI) en 31'094,000 cabezas, de las cuales, 25'484,000 corresponden a carne, y el resto 5.91 millones (19%) leche por cierto muy alto (Torres, 1991). De 1987 a 1989, el hato disminuyó de 950 a 700 mil cabezas, aproximadamente, menos de mil en de tipo especializado, mientras que de doble propósito, más de dos millones de cabezas (Enriquez, 1991).

De acuerdo con datos del Fondo Instituido en relación a la Agricultura (FIRA), del total de hato lechero mexicano, El 67 por ciento (3'959,700) corresponden a lechería tropical; 25 por ciento (1'477,500) lo constituye la ganadería familiar; y solo el 8 por ciento (472,800) es de tipo especializado (Torres, 1991).

La ganadería de doble propósito nace derivada de la producción de carne, ya que la leche es considerada un subproducto del proceso (SARH-INIP, 1985), y solamente se ordeñan las vacas que el dueño identifica como sobresalientes. Las condiciones de rusticidad e incomunicación son extremas, aunque en los últimos años han mejorado. Tanto así, que compañías como Nestlé, hoy día recolectan el 19 por ciento de producción de leche en las zonas mas alejadas y aisladas de los estados de Chiapas, Tabasco y Veracruz; 51 por ciento se destina a la producción artesanal de quesos y 28 por ciento se vende como leche bronca (Muñoz, 1994).

Por otra parte se tiene también el establecimiento de una planta procesadora de 50 millones de litros anuales de leche bronca provenientes de 2,500 unidades en el estado de Tabasco (Torres, 1991).

En el ambiente tropical se requiere de resistencia genética a las condiciones ambientales. Está se ha obtenido mediante cruzas con razas cebuinas y criollas, seleccionada por siglos para esa resistencia; fundamentalmente es ganado resultado de la crúza de suizo y criollo. Al mismo tiempo, se ha buscado obtener mayor productividad lechera incorporando razas europeas, como han sido Pardo Suizo y Holstein. Hasta ahora la productividad animal en este tipo de condiciones y la eficiencia biológica de los sistemas de producción han sido reducidos (Peralta, 1991).

Su alimentación se basa fundamentalmente en un pastoreo directo de gramíneas nativas o pastos cultivados, y ocasionalmente la utilización de complementos alimenticios como pueden ser melaza, pasta de coco o aquellos subproductos de carácter agroindustrial.

Las condiciones ambientales bajo las que se desarrolla la ganadería de doble propósito corresponden al trópico, ya sea de tipo húmedo o seco. El primero se estima una superficie que abarca 19 estados de la República que abarca 30 millones de hectáreas que representa el 15 por ciento del territorio nacional. Por

otro lado, el trópico húmedo se extiende en 10 estados y ocupa el 9 por ciento de la superficie del país.

Del total de la superficie ocupada por el trópico húmedo y seco, se estima que 26.6 millones de hectáreas se destinan a actividades agropecuarias. De estas el 50 por ciento corresponde a agostadero: el 25 a praderas inducidas; y el resto es dedicado a cultivos agrícolas. En el trópico encontramos aproximadamente 16 millones de cabezas, que representan el 44 por ciento del inventario ganadero (Peralta y Ramos, s/f). Según el FIRA, el 67 por ciento de ganado lechero se encuentra en el trópico, representando su producción aproximada del 30 por ciento del total nacional. Para 1990 fueron producidos en el trópico 1750 millones de litros de leche (Torres, 1991). El Rendimiento Medio Anual (RMA) en este tipo de ganadería es de 563 litros y aporta el 46 por ciento de la producción total del país (Del Valle, 1991). Aunque el rendimiento medio varía según los autores y la región; Torres (1994) señala para Veracruz, 900 litros por lactancia.

El último inventario ganadero en México es de 31'476,600 de las cuales 9'864,300 corresponden a productores de leche que representan el 33.33 por ciento del total (INEGI, 2004). En Jalisco la población ganadera de leche es de 220,664 (SIAP, SAGARPA, 2003).

II. REVISION DE LITERATURA

La vaca lechera durante el inicio de la lactancia muestra un fenómeno de descompensación energética que promueve varias alteraciones metabólicas y productivas. Durante el post - parto temprano generalmente la vaca lechera remueve las reservas corporales para llenar los requisitos nutricionales, ya que en general no tiene la capacidad ruminal para conseguir la cantidad de materia seca necesaria para las demandas de producción de leche (Padilla, 1998).

En general durante la etapa de incremento y mantenimiento de lactancia se requiere alimentación energética especial con el fin de subsanar esas deficiencias. Existen suficientes evidencias experimentales que demuestran que un balance energético negativo promueve entre otros problemas el retardo en el inicio de la actividad ovárica post parto (Randel, 1980).

Es claro, que en vacas en el inicio de la lactancia, no consiguen consumir suficientes cantidades de energía para sus requerimientos de producción y mantenimiento (Santos, 1996; Smith, 1989).

El atraso de la actividad cíclica esta directamente relacionado con el balance energético del animal (Beau y Betler, 1998)

Desde el punto de vista nutricional, el ciclo de lactancia deberá tener varias etapas:

- Etapa 1: Equilibrio energético- producción máxima- pérdida de peso corporal
- Etapa 2: Equilibrio energético- máxima ingestión de materia seca- peso corporal estable
- Etapa 3: Equilibrio energético- ingestión y producción- aumento de peso corporal
- Etapa 4: Pérdida de energía- disminución de ingestión y producción- aumento de peso, cría y placenta.

2.1 Fisiología Ruminal

2.1.1 Características ruminales

Bajo condiciones normales, el rumen mantiene un ambiente propicio para el crecimiento y desarrollo de microorganismos anaerobios estrictos, así como de algunos otros facultativos anaeróbicos.

La temperatura se mantiene en el rango de 38 a 41°C con una temperatura promedio de 39°C. Un potencial redox de -250 a -450 mV, reflejando un fuerte medio reductor y la ausencia de oxígeno (Dehority, 2003).

El rumen se encuentra bien buferado debido a la presencia de ácidos orgánicos producto de la fermentación ruminal y a la capacidad buferante de algunos alimentos de la ración (Van Soest,1982) así como a la copiosa producción de saliva en la cual los principales amortiguadores de ácidos son bicarbonatos y fosfatos (Church,1988).

Adicionalmente la presencia de amoniaco (NH_3) actúa evitando la disminución del pH ruminal, sobre todo cuando la concentración de NH_3 se encuentre en 20 mg/dL (Hartley, 1978).

Comparado con forrajes de tallo largo, el cual estimula la rumia y masticación, los alimentos con un alto contenido de humedad, como los pastos o ensilados, pueden reducir la cantidad de saliva producida por kilo de materia seca (MS) hasta en un 50 %, y los granos o alimentos peletizados reducen esta producción en un 70 – 80% (Church,1988).

El cuadro 1, muestra la composición estimada de gases en el rumen. El bióxido de carbono (CO_2) y el metano componen el porcentaje más alto. Debido a que una alta cantidad de CO_2 es reducida a metano, esta proporción se equilibra en un periodo de tiempo después de la alimentación (Dehority, 2003).

La cantidad de oxígeno puede variar de menos del 0.1%, hasta un poco mas del 0.5%, dependiendo de la ingestión de agua.

Cuadro 1. COMPOSICION DE GASES RUMINALES

GAS	PORCENTAJE
Hidrogeno	0.2
Oxígeno	0.5
Nitrógeno	7.0
Metano	26.8
Bióxido de carbono	63.5

(Hungate, 1966)

La presión osmótica del contenido ruminal se encuentra en un rango de 260 a 340 osmoles (Os). Una alta presión osmótica es detrimental a la funcionalidad ruminal, una presión entre 350 a 380 Os, ha demostrado producir una atonía ruminal (Welch y col. 1988).

Al mismo tiempo la presión osmótica afecta la adsorción de agua y el de ácidos grasos volátiles (AGV), a través del epitelio ruminal.

2.1.2 Microflora Ruminal

La mayor población microbiótica del rumen son: bacterias, protozoarios y hongos. De estos las bacterias se encuentran en mayor cantidad y diversidad. Se han identificado 22 géneros y 63 especies, con una concentración de 10^9 a 10^{10} células/gr. de contenido ruminal (Fonty y col., 1978).

Los protozoarios pueden llegar de 10^5 a 10^6 células /gr. de contenido y se ven afectados en mayor medida por los cambios de alimentación. Estos pueden aumentar en número conforme la ración aumenta su contenido en granos, siempre y cuando el pH ruminal no disminuya en niveles menores a 5.5, y hasta la fecha 6 géneros y 16 especies han sido identificadas. Los hongos anaerobios son los microorganismos ruminales más recientemente identificados se conocen 3 géneros y 4 especies (Dehority, 2003).

2.1.3 Distribución de la Microflora Ruminal

Los microorganismos ruminales no se encuentran distribuidos al azar en el rumen, al contrario tienden a asociarse con varias fracciones del contenido ruminal o con la pared ruminal. En rumiantes adultos, algunas bacterias y protozoarios se encuentran asociados a la fase líquida del contenido del rumen y algunos otros se adhieren a la ingesta sólida (Dehority, 2003).

La cantidad y especie de microbios de cada uno de estos grupos no son estáticos sino que, cambian a partir del tiempo de alimentación.

2.2 Ionóforos

Una proporción importante de los aditivos que se incluye en la dieta para mejorar la eficiencia en el uso del alimento, en el comportamiento animal, son los antibióticos, dentro de los cuales los que más se usan en bovinos son la clortetraciclina, oxitetraciclina, bacitracina, eritromicina, tilocina y los ionóforos (Wagner, 1994; citado por Bastos y col, 2000) y una estrategia alimenticia para mantener o mejorar el estado energético es el uso de antibióticos ionóforos. (Bergen y Bates, 1984)

Los ionóforos son usados de manera extensa en muchos segmentos de la industria ganadera y avícola. El ionóforo monensina de sodio, fue usado, por primera vez, en 1971 para emplearse en pollos de engorda para controlar la coccidiosis. De manera subsiguiente, la monensina obtuvo, en 1975 la aprobación de la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA), para bovinos productores de carne.

La disminución en la degradación de la proteína por los ionóforos se ve aumentada en condiciones de pH ruminal alto lo que pudiera ser igual al utilizar praderas de zacates tiernos o leguminosas. (Lana, 2000)

Los beneficios que obtiene el ganado por las acciones biológicas de los ionóforos se clasifican en tres áreas de acuerdo con los efectos que se explican a continuación (Bergen y Bates, 1984).

- 1.- Mayor eficiencia en el metabolismo energético de las bacterias del rumen.
- 2.- Mejor metabolismo del nitrógeno de las bacterias rúmiales.
- 3.- Retardo de los trastornos ocasionados por la fermentación ruminal.

Los ionóforos son un grupo de antibióticos derivado del ácido monocarboxílico, que tienen la propiedad de formar complejos liofílicos neutrales con metales catiónicos monovalentes como son el potasio (K), sodio (Na), calcio (Ca) y el bario (Ba). Hay tres tipos distintos de ionóforos, carboxílicos disponibles en el mercado: lasalocida, monensina sódica y propionato de laidilomicina uno de los más utilizados es la monensina sódica y se ha utilizado como un promotor de crecimiento (Zorrilla, 1990, Necoechea 1987). La monensina actúa a nivel ruminal modificando la fermentación microbiana de los nutrientes consumidos, favoreciendo la producción de ácido propiónico a expensas del acético y butírico en animales alimentados con concentrado o dietas altas en forraje, en corrales de engorda o pastoreo (Zorrilla 1990) reduce el consumo voluntario de alimento, incrementa la ganancia diaria de peso, mejora la eficiencia alimentaria y reduce la incidencia de estados patológicos.

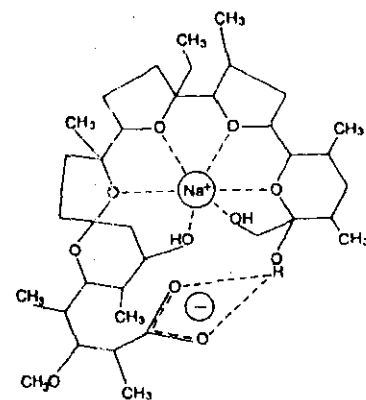
Los ionóforos son: moléculas que difieren en su estructura química, pero que tienen varios átomos de oxígeno espaciados a lo largo de sus moléculas. La

posición de los átomos de oxígeno da lugar a una cavidad que atrapa a un catión (Pressman, 1976).

1.4.1 Propiedades de la monensina sodica:

Producido por el hongo: *Strptomycetes cinnamomensis*

a) Estructura molecular de monensina sódica



b) Formula empírica C₃₆H₆₁O₁₁Na

c) Peso molecular 692

d) Solubilidad: muy ligero, soluble en agua y en más solventes orgánicos.

2.2.1 Mecanismo de acción de los ionóforos

La monensina sódica es un ionóforo que destruye la estructura del aparato de Golgi e inhibe el transporte vesicular en las células eucariotas, provoca que la

membrana sea permeable, permitiendo la entrada de un exceso de agua a la célula, afectando así la actividad mitocondrial. (Hugon, 1987)

Tanto la monensina como la lasalocida inhiben selectivamente a las poblaciones de bacterias nocivas del rumen, principalmente las gram positivas, que producen hidrógeno, amonio, lactato, acetato y metano (Russel, 1989), incrementando la población de gram negativas, que producen succinato y propionato. Sus efectos bacteriológicos están íntimamente relacionado con sus efectos sobre el transporte iónico en la membrana (Russell, 1987).

Las bacterias gram positivas, además de carecer de membrana externa, producen succinato por un sistema redox y dependen del nivel de fosforilación de substratos para generar ATP. Esto origina que la energía generada por la fuerza motriz de protones utilizada por estas bacterias para su crecimiento, sea aprovechada para contrarrestar los efectos de los ionóforos, lo que finalmente resulta en la reducción del desarrollo celular (Russell y Strobel, 1988,1989).

Por otra parte, la mayoría de las bacterias ruminales gram negativas son más resistentes a los ionóforos, debido a que no dependen de la energía generada por la fuerza motriz de protones. Estas bacterias tienen capacidad para producir ATP vía fosforilación oxidativa y transporte de electrones; además, la membrana celular está conformada por un complejo de multicapas separadas por un complejo de

péptido glucano, lo que las hace aun más resistentes a los ionóforos (Dennis y col., 1981).

Existen algunas bacterias ruminales de este tipo, como *Butyrivibrio fibrisolvens* y *Ruminococcus flavefaciens*, sensibles a la monensina y la lasalocida. También el crecimiento microbiano poblacional y la actividad metabólica de otras especies (Cuadro 2), son afectadas por la monensina (Morehead y Dawson, 1992).

Las bacterias gram negativas son inicialmente sensibles a ciertas concentraciones de ionóforos, pero si la concentración es baja, modifican sus propiedades metabólicas para sobrevivir, prevalecer, crear resistencia y multiplicarse (Newbold y col.1993).

Cuadro 2. Sensibilidad de Bacterias Ruminales a la Monensina y Lasalocida

Especie bacteriana	Lasalocida	Monensina
<i>Anaerovibrio lipolytica</i>	(-) >48.00	(-) >48.00
<i>Bacteroides amylophilus</i>	(-) >48.00	(-) >48.00
<i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>	(+) 0.38	(+) 0.38
<i>Eubacterium cellulosolvens</i>	(+) 0.38	(+) 0.38
<i>Eubacterium ruminantium</i>	(+) 0.75	(+) 3.00
<i>Lachnospira multiparus</i>	(+) 0.38	(+) 0.38
<i>Lactobacillus ruminis</i>	(+) 1.50	(+) 1.50
<i>Megaesphaera elsdenii</i>	(-) >48.00	(-) >48.00
<i>Ruminococcus albus</i>	(+) 0.38	(+) 0.38
<i>Ruminococcus flavefaciens</i>	(+) 0.38	(+) 0.38
<i>Selenomonas lactilytica</i>	(-) >48.00	(-) >48.00
<i>Streptococcus Boris</i>	(-) 0.75	(-) >48.00
<i>Succinimonas amylolytica</i>	(-) >48.00	(-) >48.00
<i>Succinivibrio dextrimosolvens</i>	(-) >48.00	(-) >48.00
<i>Veillonella alcalescens</i>	(+) 24.00	(-) >48.00
<i>Selenomonas ruminantium</i>	(-) >48.00	(-) >48.00

(+) Sensible (-) resistente.

Las cantidades indican la concentración inhibitoria mínima del ionóforo ($\mu\text{g mL}^{-1}$). (Dennis y col., 1981).

Los ionóforos lasalocida y monensina están autorizados para su uso en vacas lecheras en muchos países. Existen evidencias experimentales donde se realizó un estudio con nueve experimentos y titulaciones de dosis, realizadas en Estados Unidos y Canadá, diseñados para la autorización de la monensina relacionada como la producción de vacas lecheras (Symanowki y col., 1999) sin embargo hasta el 2006, se autorizó el uso de monensina sodica en vacas lecheras en Estados Unidos.

Además en un resumen de 426 experimentos se detecto que el crecimiento de los rumiantes se ve incrementado en un 3.3 %, mientras que la conversión alimenticia se mejoró en un 4.1% (Owens y Col.1995).

De los datos existentes en vaquillas y vacas en estabulación, donde se reporta un efecto benéfico en ambos sistemas con la adición de los ionóforos en la dieta, es importante realizar pruebas en pastoreo. Sin embargo poco se sabe en sistemas de producción de leche en pastoreo utilizando razas especializadas. Por lo que se hace necesario generar información al respecto.

2.3 Parámetros nutricionales y reproductivos en ganado lechero

2.3.1 Digestibilidad y consumo de materia seca

El consumo de energía esta determinado por el consumo de materia seca (MS) y por la densidad energética (Mcal/kg) de la ración. Este consumo se modifica dependiendo de la etapa de producción de la vaca, el balance energético de la vaca en transición se determina restando los requerimientos de energía para mantenimiento y gestación, del consumo de energía (Grummer, 1995).

Durante el periodo de transición el consumo de alimento disminuye pero al mismo tiempo los requerimientos de energía aumentan debido al crecimiento del producto. Consecuentemente para evitar un cambio en el balance energético se requiere incrementar la densidad de energía de la dieta (Hayirli y col., 1999).

Los últimos estudios han demostrado que los beneficios de incluir ionóforos en las raciones de vacas lecheras están asociados con un aumento del metabolismo energético de la vaca en el periodo de transición y la lactancia temprana. (Mc Guffey, 2000).

El ionóforo modifica el desarrollo de la flora ruminal responsable de la producción de sustancias glucogénicas. Una de esas sustancias es el propionato el cual a su vez puede ser convertido en glucosa (Chalupa, 1977). El uso de ionóforos ha sido utilizado plenamente en corrales de engorda, en los sistemas de vaca cría y posteriormente se ha venido utilizando en ganado lechero.

Los ionóforos monensina sódica y lasalocida son antibióticos que aumentan la eficiencia alimenticia a través de la alteración selectiva de la fermentación ruminal. Adicionar los ionóforo en la dieta de vacas en producción de leche disminuye y degrada la proteína no ruminal y aumenta la concentración de propionato sin alterar la concentración de los AGV (Bagg, 1997).

La glucosa e insulina tienen impacto sobre el metabolismo y sobre los tejidos reproductivos de los bovinos (Spicer y Echtenkamp, 1995).

La fermentación anaeróbica en el rumen genera energía a partir de la oxidación de sustratos mediante la transferencia de electrones a receptores distintos al oxígeno.

El equilibrio de la fermentación requiere que el incremento en la producción de propionato sea acompañado por una disminución en la producción de metano (Chalupa, 1977; Demeyer y Van Nevel, 1975; Ugarte, 1986.) Se puede perder hasta el 12 % de la energía bruta de los alimentos en forma de metano eructado.

Los efectos de la monensina sobre el metabolismo del nitrógeno demostraron que la degradación de proteína, acumulación de amoníaco y nitrógeno microbiano disminuyeron in Vitro con monensina (Van Nevel y Demeyer, 1997; Whetstone y col., 1981).

Bartle et al., 1983. Compararon los efectos de la monensina y lasalocida sobre el control del timpanismo inducido por la alimentación de granos y leguminosas. La monensina fue más efectiva para controlar el timpanismo en el caso de leguminosas y lasalocida en cantidades mas pequeñas para granos.

El consumo de dietas de fermentación rápida hace que la vaca lechera esté en riesgo de padecer acidosis por lo general la acidosis esta relacionado con la producción de ácido láctico, pero una producción excesiva de AGV (Garrett y col., 1999) produce acidosis subclínica. Los ionóforos tienen la característica de controlar la acidosis mediante dos mecanismos distintos. El primer mecanismo es a través de los efectos del ionóforo sobre las células bacterianas que producen ácido láctico. Dennis y col., 1981 demostraron que la monensina inhibía a muchas de las cepas principales de las bacterias ruminales que producen ácido láctico.

También informaron que las principales cepas de bacterias fermentadoras de lactato eran resistentes a los ionóforos.

El segundo mecanismo por lo que los ionóforos pueden influir sobre la acidosis es mediante los cambios en la dinámica del alimento. Los ionóforos cambian el comportamiento de alimentación del ganado y eso puede ocasionar una reducción de trastornos digestivos, incluyendo la acidosis y la muerte (Black y McQuilken 1980; Cooper y col., 1999).

La cetosis clínica se presenta en cerca del 5% de las vacas lecheras (Grohn, 2000). La monensina sódica se ha administrado a vacas lecheras en estudios controlados para caracterizar sus efectos sobre la incidencia de cetosis subclínica y los resultados han sido una disminución en las concentraciones sanguíneas de ácidos grasos no esterificados (AGNE) y β -hidroxi-butilato (BHBA) (Sauer y col., 1989). Otros estudios han informado sobre una concentración reducida de (AGNE) y (BHBA) cuando se administró monensina por 84 días (Thomas y col., 1993) y por cinco meses posparto. (Jonker y col., 1998).

2.3.2 Peso y Condición corporal

Los efectos que se tienen con los grados de condición corporal (CC), (Cuadro No.3) en la escala de (1 = delgada – 5 = obesa) en el momento de la lactancia e inicio de la reproducción son: cuando se pierde menos de una unidad el índice de

concepción (IC) es de 50%, de una a dos unidades es de 34% de concepción y más de dos unidades de 21% de concepción (Linn, y Jim, 1991).

Cuadro No. 3 Grado de condición corporal

GRADO DE CONDICIÓN CORPORAL	APARIENCIA
1	SUBCONDICIONAMIENTO SEVERO
2	ESQUELETO OBVIO
3	BUEN BALANCE DE ESQUELETO Y TEJIDOS SUPERFICIALES
4	ESQUELETO NO TAN OBVIO COMO TEJIDOS SUPERFICIALES
5	SOBRECONDICIONAMIENTO SEVERO

En vacas Holstein J. Dairy Sci 72:68-78 1989.

El efecto del estado de la vaca al inicio de la lactancia en su desempeño reproductivo es: si hay ganancia de peso de un 67 % de concepción, a diferencia de la pérdida de peso en la cual solo hay un 44% de concepción (De Kilmer, 1986).

La cantidad de reservas corporales que la vaca posee al momento del parto, tiene una influencia muy importante en complicaciones potenciales en el momento del parto o inmediatamente después del mismo, producción de leche y eficiencia reproductiva para la siguiente lactancia. Los grados de condición corporal (CC) recomendados para las diferentes etapas de la lactancia son

Parto	3.0 – 3.5
Pos-parto	2.5
Última etapa de lactancia	3.0- 3-5
Periodo seco	3.0 – 3.5

(Guía Técnica Lechera, 1998).

En un estudio realizado en nueve sitios de Estados Unidos y Canadá (Symanowky y col., 1999) la eficiencia de la producción láctea mejoro de 3.6 a 7.0%. Las vacas que recibieron monensina perdieron menos condición corporal durante la lactación temprana que los controles y mantuvieron una alta condición corporal a lo largo de la lactancia larga y tardía.

Un estudio en Canadá que involucro 1010 animales de 25 establos lecheros, mostró que ocurrió una interacción significativa entre la adición de monensina y la condición corporal inicial sobre la producción de leche, existiendo efecto benéfico de la monensina solo en las vacas con mayor condición corporal (3.25 a 3.75), en cuanto a la incidencia de diversos trastornos posparto, la monensina redujo significativamente el desplazamiento de abomaso, la cetosis y el sacrificio voluntario (Duffield y col., 1997).

2.3.3 Balance energético

La nutrición puede tener un enorme impacto en la fertilidad de las vacas. Las dietas deben ser, obviamente, balanceadas para cubrir los requerimientos de energía (Sklan y col., 1994), proteína (Ferguson y col., 1993), vitaminas y minerales (Arechiga y col., 1994), de la vaca para asegurar una adecuada reproducción. Ferguson (1996), indicó que las causas nutricionales de baja fertilidad son más probables que ocurran debido primero, al manejo de la energía, segundo a una excesiva cantidad de proteína y tercero a una deficiencia en la dieta de elementos traza y de vitaminas.

Hay siempre un periodo de balance energético negativo durante las primeras semanas post-parto en las vacas lecheras. El consumo de materia seca aumenta y las vacas progresan hacia un balance energético positivo alrededor de 8 semanas post parto (entre 4 y 14 semanas). Canfield y Butler (1991), conformaron una ecuación que explica los días hasta la primera ovulación como una función de los días con el más bajo balance energético:

Días para la primera ovulación = $10.4 + (1.2 \times \text{días hasta el nivel energético mas bajo})$ ($r^2 = 0.77$).

El promedio de días para la primera ovulación para diez trabajos (Ferguson, 1996), es de 33.3 días (media, SEM 2.09) en vacas Holstein de los EEUU, lo que

confirma que un balance energético negativo produce un periodo de anestro postparto mas largo.

2.3.4 Foliculogénesis

Rajakoski, en 1960, postuló que los folículos podrían crecer en ondas basado en el examen macroscópico e histológico de los ovarios que se recuperaban en los días conocidos del ciclo estral. Pierson y Ginther (1984), caracterizaron el crecimiento y regresión de los folículos y cuerpo lúteo por examen diario ultrasonográfico de ovarios en vaquillas a lo largo del periodo de un ciclo estral. Esto confirmo el trabajo de Rajakoski, e Ireland y Roche (1983), ya que el folículo ovulatorio fue seleccionado de un conjunto de folículos.

Estos datos y datos de otros investigadores, confirmaron que los folículos crecen como los modelos de onda durante el ciclo estral (Adams y col., 1992, Bo y col., 1994, y Bodensteiner y col., 1996), durante la gestación (Ginther y col., 1989), antes de la pubertad (Adams y col., 1992), y durante el periodo inmediato del posparto (Stevenson y Pursley, 1994) del ganado.

En una revisión, Richards (1994), declaró, "las gonadotropinas son obligatorias para el mantenimiento y desarrollo de folículos maduros". La aparición de una nueva onda folicular siempre es precedida por un aumento de hormona folículo estimulante (FSH), sin tener en cuenta si hay 2,3 (Ginther y col., 1989), o 4 ondas

foliculares (Pursley y col., 1993). La primera onda es precedida por una onda de FSH (pre-ovulatoria) seguido por un aumento secundario ligero de FSH (Adams y col., 1992). Estos estudios proporcionan evidencia poderosa que la FSH no sólo está temporalmente asociada con una nueva onda folicular, sino que es esencial para la aparición de una nueva onda folicular.

Está bien documentado que la ovulación de un folículo depende de la hormona luteinizante (LH) (Fortune y col., 1991). Sin embargo, la LH parece jugar un papel importante en el crecimiento y desarrollo del folículo dominante. En aproximadamente el día 4 después del estro, cuando el folículo dominante es aproximadamente 10 – 11 mm de diámetro, parece que hay una transición de crecimiento predominante FSH-estimulado (día 0 – 3 después del estro) a un crecimiento predominante LH-estimulado (día 4 después del estro hasta la regresión, Xu y col., 1995). Ésta puede ser la fase crítica que define el crecimiento continuo del folículo dominante y la muerte de los folículos subordinados.

Después de la luteólisis, se secretan cantidades crecientes de estradiol principalmente de un solo ovario 48 h que preceden y 72 – 168 h después de una onda de LH (Ireland y col., 1994). Estos intervalos con otros intervalos durante el ciclo estral indican que hay una asociación temporal con el aumento y disminución de estradiol en relación con el crecimiento y desaparición del folículo dominante (Pursley y col., 1993, Stevenson y Pursley, 1994). Dos de los papeles importantes

del estradiol son causar comportamiento de celo y la inducción del surgimiento ovulatorio de LH.

2.3.5 Índice de concepción

La fertilidad de la vaca es probablemente el factor que más influencia tiene sobre la tasa de preñez y la inseminación artificial (TP/IA) en vacas lecheras en lactancia. (Wiltbank, 2000).

Existen numerosos factores que alteran la fertilidad de la vaca como por ejemplo: nutrición, edad, calor, producción de leche, etc. Medir con precisión la fertilidad de la vaca y la alteración de la misma es difícil. La tasa de parición incrementara cuando los intervalos entre partos, luego de la primera IA, aumenten hasta cerca de 70 días post-parto, (Diskin, 1996).

El momento de la IA con relación al comienzo del estro y al momento de la ovulación es un factor que puede influenciar la TP/IA. Esto podría ser considerado como un efecto de la fertilidad de la vaca o de la técnica de IA. Los estudios anteriores (Trimberger y Davis, 1943), sugirieron que puede haber un momento demasiado estrecho para el éxito de la IA.

Datos de Mississippi (González y col., 1985), muestran además que un servicio AM es similar a servir tanto AM como PM y que inseminar solamente al inicio del estro es similar a inseminar al inicio y nuevamente a las 12 h después (Wahome y col., 1985).

La proporción de concepción de las vacas lecheras ha disminuido de un 66% en 1951, a aproximadamente 50% en 1975, a un 40% a la fecha (Spalding y col., 1974, Butler y col., 1995, Pursley y col., 1997).

Los días a la concepción se han usado como una de las medidas económicamente más importantes de reproducción en vacas lecheras.

La manipulación de la dieta a través de los antibióticos ionóforos es una alternativa para mejorar la eficiencia de la alimentación y el aumento de peso en el ganado (Hopman and Weber, 1986). Algunos investigadores han reportado una baja en el intervalo posparto en vacas en lactación cuando reciben ionóforos en sus dietas (Hardin and Randel, 1993; Mason and Randel, 1983)

La adición con ionóforos ha demostrado un aumento en la respuesta ovárica (Randel and Rhodes, 1980.)

2.4 Conceptos de calidad de leche

Desde el punto de vista biológico, la leche es la secreción de las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos. Para el mamífero neonato, más que un alimento es una dieta completa en los primeros meses de vida (Alais, 1991; Keilling y Luquet, 1991).

Tomando en consideración, el punto de vista nutricional, la leche es un líquido secretado por mamíferos hembras, para la alimentación de sus crías, formado por una mezcla compleja de sustancias alimenticias orgánico e inorgánico (cuadro 4). Contiene agua, carbohidratos, proteínas, sales minerales, grasa enzimas vitaminas y gases (Bourgues y Morales 1986).

Las propiedades físicas de la leche son varias, su punto de ebullición es a 100.17°C presenta una coloración blanca aporcelanada, cuando es muy rica en grasa presenta una coloración ligeramente crema por los carotenos contenidos (Santos, 1987; Alais, 1991).

Cuadro 4. Composición química de la leche en diferentes razas bovinas.

RAZA	AGUA	GRASA	PROTEÍNA	LACTOSA	CENIZA
Holstein	88.12	3.44	3.11	4.61	0.71
Airshire	87.39	3.93	3.47	4.48	0.73
Pardo Suiza	87.31	3.97	3.37	4.63	0.72
Guersney	86.36	4.50	3.60	4.79	0.75
Jersey	85.66	5.15	3.70	4.75	0.74

(Badui, 1989)

La leche fresca no tiene olor característico, pero debido a la presencia de la grasa puede captar con mucha facilidad olores del ambiente o del recipiente que la contiene. En cuanto a su sabor, por la lactosa que contiene, la leche es dulce y neutra, aunque adquiere por contacto sabores a ensilaje, establo, hierbas, etc. (Santos, 1987; Veisseyre, 1988).

El concepto de la calidad es definido por Badui (1988) como el conjunto de propiedades y características inherentes a una cosa que permite apreciarla como igual, mejor ó peor entre las unidades de un producto y la referencia de su misma especie.

Los factores que influyen en la calidad de la leche son: composición, sanidad, apariencia, contaminación y adulteración, y se establece por las disposiciones legales en sanidad y composición así como por la aceptación del consumidor (Ponce, 1994).

Los constituyentes lácteos son afectados tanto por la genética como por el medio ambiente, aproximadamente el 60% de la variación en la composición de la leche se debe al factor herencia, y el otro 40% a factores ambientales (Philpot, 1997).

En la sanidad intervienen las cuentas de microorganismos y el conteo de células somáticas, en ocasiones es considerado el factor más importante puesto que ésta puede alterar todas las propiedades de la leche, manifestándose principalmente en cambios de color, olor y sabor (Philpot, 1997).

2.4.1 Porcentaje de proteína en leche

La leche contiene en promedio 3.2% de proteínas, (cuadro 5) el 80% esta representado por caseínas, que son fosfoproteínas que se precipitan en la leche por acidificación a pH 4.6 en una temperatura de 20 0C o por acción enzimática con renina o enzimas semejantes.

Las proteínas solubles de la leche son en general, termolábiles y en menor grado, sensibles a pH ácido debido a que su mecanismo de estabilidad es por hidratación y no por carga eléctrica; contienen la mayoría de los aminoácidos y tienen un mejor balance de éstos que las propias caseínas; por lo que su valor nutricional es mejor (Badui, 1989; Alais1991).

Cuadro 5. Composición general de las proteínas de la leche

COMPONENTES	PORCIENTO
Proteínas totales	3.25
Caseína	2.78
Proteína del suero	0.47
α lactoalbúminas	0.063
β lactoalbúminas	0.251
Inmunoglobulinas	0.51
Seroalbúminas	0.40
Lactoferinas	0.038
Otras	0.027

(Badui, 1989)

2.4.2 Porcentaje de grasa en leche

Los lípidos constituyentes de la leche, varían de acuerdo a la raza, con una media de 3.5% en Holstein – Friesian y de 3.97% en Pardo Suizo (Badui, 1989). En la grasa láctea se encuentran principalmente triglicéridos, además de fosfolípidos, cerobrósidios, esteroides y carotenos. La materia grasa se encuentra en la leche en forma de glóbulos esféricos suspendidos en la fase acuosa del suero, en el tamaño de estos glóbulos influyen la especie, la raza y el estado de lactación en que se encuentre el animal, la raza Holstein presenta el menor tamaño (Alais, 1991; Amiot, 1991). Al evaluar la respuesta en vacas lecheras en Brasil, obtuvieron una diferencia de 1.23L/día a favor de las vacas que recibieron monensina (Rodríguez dos Santos y Alves, 1999).

En trabajos con ganado F1 (Holstein X Sahiwal) en los primeros 100 días de lactancia en pastoreo de estrella de África (*Cynodon plectoasachyus*) y zacate

guinea (*Panicum maximum*) y concentrado con ionóforos al momento de la ordeño hubo un aumento en la producción de leche. (Bernal, 2000)

En otros estudios que se hicieron en pastoreo con alfalfa en Argentina durante 1996 y 1997 con la inclusión de 300 mg. de lasalocida a la dieta de las vacas en lactancia temprana, hubo un efecto positivo sobre la productividad en sistemas pastoriles sin afectar la calidad, y composición de la leche (Congreso Mundial de la Leche, 2000) En muchos estudios la concentración de grasa butírica (GB) no se vio afectado por la inclusión de los ionóforos. Al respecto Erasmus (1999) sugiere que no serian limitaciones los precursores lipogénicos para la síntesis mamaria. Por otro lado, Dye y Col.(1988); Jonson y Col.(1988) y Erasmus (1999) no detectaron diferencias en la GB.

Existen reportes en donde se ha evaluado la respuesta de animales alimentados con diferentes tipos de dietas y se han reportado que el efecto positivo de cambiar este aditivo solo se manifiesta cuando la dieta base esta compuesta por forrajes de buena calidad, no resultando así cuando la monensina se adiciona a dietas altas en forrajes de mala calidad y esquilmos agrícolas (Portter y Col.1986). Bajo condiciones de estabulación, Kennedy y Lien (1997) y Erasmus y col.,(1999) no encontraron diferencias en la producción de leche, al incorporar ionóforos en la dieta. Por otro lado Murphy y Col.(1993) tampoco encontró diferencias trabajando con 360 mg. Sin embargo, los autores no analizaron periodos separados en la lactancia.

De los antecedentes revisados surge, en términos generales, que la respuesta a la suplementación con ionóforos es muy variable, tanto en términos de producción de leche como de los sólidos de la misma, principalmente en grasa y proteínas (Kennely y Lien ,1997; Van Amburgh, 1997; Erasmus et al. 1999).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En general durante la etapa de incremento y mantenimiento de lactancia se requiere alimentación energética especial con el fin de subsanar deficiencias nutricionales que por capacidad ruminal el animal no puede cubrir. Una estrategia alimentaria para mejorar el estado energético es el uso de antibióticos ionóforos, los cuales modifican el desarrollo de la flora ruminal responsable de la producción de sustancias glucogénicas. Una de esas sustancias es el propionato el cual a su vez puede ser convertido en glucosa, que posibilita incrementar la eficiencia de transformación de los nutrientes en leche o tejidos.

Para los sistemas de producción de leche bajo condiciones de pastoreo con suplementación, no se ha encontrado suficiente información que permita conocer la respuesta productiva de este aditivo en particular.

Además el balance energético negativo post parto, da como resultado una pérdida de peso y condición corporal durante la lactancia temprana y media, el consumo de MS disminuye, condiciones que en pastoreo con suplementación, en ganado productor de leche, este puede verse afectado, comprometiendo el rendimiento de leche como el inicio de la actividad ovárica, por lo que parece importante generar información al adicionar ionóforos en la ración.

Existen algunas evidencias documentadas en vaquillas y vacas bajo condiciones de estabulación donde se observó un efecto benéfico. Sin embargo poco se sabe en sistemas de producción de leche en pastoreo utilizando razas especializadas bajo condiciones de clima tropical y subtropical.

IV.JUSTIFICACIÓN

La adición de monensina sódica en la ración para vacas en producción en condiciones de pastoreo y suplementación es una alternativa que puede aumentar la producción y calidad de la leche, así como la disminución de la pérdida de peso, condición corporal e influir para el inicio de la actividad ovárica posparto.

Con ello los productores podrían obtener beneficios ya que utilizando los antibióticos como la monensina sódica, en las raciones aumentarían su producción y calidad logrando una eficiencia mayor en la digestibilidad de la materia seca (MS), lo que permitiría una rentabilidad adecuada durante el post parto.

V.HIPÓTESIS

La adición de monensina sódica en la ración de suplemento de vacas en pastoreo incrementa la producción y calidad de leche además de mejorar el peso vivo, condición corporal e inicio de actividad ovárica.

VI. OBJETIVOS

GENERAL:

Evaluar el efecto de la adición de la monensina sódica en la ración sobre la producción y contenido graso en leche y algunos parámetros reproductivos de vacas lecheras Holstein Friesian y Pardo Suizo bajo un sistema controlado de pastoreo.

PARTICULARES:

Evaluar el efecto de la adición de la monensina sódica sobre:

- 1- Los cambios de peso y condición corporal a partir del parto y durante la lactancia.
- 2- Consumo de concentrado
- 3- Varios intervalos de importancia reproductiva como primer celo y servicio post parto y días abiertos.
- 4- La producción de leche.
- 5- Contenido graso en leche

VII. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo es una investigación de tipo experimental con un diseño completamente al azar, que se llevó a cabo en los campos experimentales Clavellinas en el Estado de Jalisco y el Verdineño en el Estado de Nayarit.

7.1 Campo experimental Clavellinas

El módulo de producción intensiva de leche se encuentra ubicado en el campo experimental localizado en el municipio de Tuxpan en el sur del estado de Jalisco. Las coordenadas geográficas del lugar son 19° 35 de longitud norte y 103° 20 de longitud oeste a una altura sobre el nivel del mar de 1,137 m. Las condiciones climáticas están comprendidas dentro del trópico semi-seco del tipo Aw, con una temperatura media anual de 20.5° C (máxima de 34° C y mínima de 6°C), la precipitación promedio anual es de 785 mm distribuidos en verano y esporádicamente en invierno. Los suelos son de topografía regular, con textura media clasificada como migajon-arcillo arenoso, regular contenido de materia orgánica y pH neutro.

El campo experimental cuenta con una superficie de 19 hectáreas de terreno, bajo condiciones de riego abastecido por un pozo profundo de agua. Cuenta con una superficie de 10 hectáreas de pradera de zacate estrella de África (*Cynodon*

plectoastachyus) donde se manejan las vacas Holstein de diferentes edades. Las praderas cuentan con un cerco eléctrico para una mejor utilización en la explotación intensiva del ganado productor de leche en pastoreo.

Cuenta además con una sala de ordeño, una maquina ordeñadora portátil de dos plazas. Y además un equipo de enfriamiento de la leche, sala de crianza, parideros, báscula, silos y fábrica de alimentos balanceados.

7.1.1 Manejo de las praderas

Se utilizaron 10 hectáreas de pasto Estrella Africana, el sistema de pastoreo se realiza en forma rotacional intensiva con 2 días de ocupación por 24 días de descanso los potreros son divididos con el apoyo de un cerco eléctrico. Estas praderas cuentan con un calendario de riego y fertilización preestablecido.

Capacidad de carga: la presión de pastoreo utilizado en el módulo de producción es de 3,800 a 4,200 Kg. de peso vivo/ha durante todo el año.

7.1.2 Suplementación

Dado que el énfasis del módulo ha sido la máxima producción de leche por hectárea, el programa de alimentación ha sido reforzado con el uso de concentrados energéticos-proteicos, que se ofrecieron a razón de 350-400 gramos

por litro de leche producido. La cantidad de concentrado se estableció para ofrecer una suplementación individual, aplicando el sistema de predicción de la producción láctea, de acuerdo a la etapa de lactancia que se encuentra la vaca (NRC, 2001).

7.1.3 Manejo del hato

Las actividades de manejo sanitario y reproductivo han sido implementados a través de programas coherentes con las necesidades de la zona.

El hato está compuesto por 58 animales de la raza Holstein F., de los cuales 28 son vacas en etapa reproductiva. Se utilizaron 22 hembras multíparas, para formar dos grupos de 11 animales en forma aleatoria.

7.2 Campo experimental El Verdineño

El módulo de producción de leche se encuentra ubicado en el área de riego del campo experimental El Verdineño, Sauta Nayarit. El clima predominante de la región tropical subhúmeda (AW2) con precipitación media anual de 1200 mm, temperatura media anual de 24°C y altitud de 40 msnm.

Los suelos son de origen volcánico, de textura arcillosa, con topografía plana y pendientes muy ligeras, tierras bajas con drenaje superficial difícil y alta pedregosidad, con algunas zonas inundables; el abastecimiento de agua es por canales de riego. Los vientos dominantes son del sureste.

El campo experimental cuenta con 15 hectáreas distribuidas en 11 potreros destinados para el hato de vacas productoras de leche. La especie forrajera con la que se cuenta es la de zacate Pará (*Brachiaria mutica*). Los cercos que delimitan el perímetro del área de pastoreo son de alambre de púas y los cercos internos son de tipo móvil electrificado. Cuenta con 100 animales de la raza Pardo Suizo las cuales 30 vacas se encuentran en la etapa reproductiva. De las cuales 22 vacas entraron para formar los grupos (11 en cada uno).

Cuenta con un equipo mecánico de ordeño, tanque de enfriamiento, sala de ordeño, parideros y crianza.

7.2.1 Manejo de Pradera

El sistema de pastoreo es en forma rotacional intensiva de 2 días de ocupación con 24 días de descanso con el apoyo del cerco eléctrico.

La capacidad de carga es de 4000 Kg. de peso vivo/ha durante todo el año.

Se les suplementa de 350 a 400 gramos de concentrado por litro de leche producida.

7.2.2 Manejo del hato

Las actividades de manejo sanitario han sido implementadas a través de los programas coherentes con las necesidades de la zona.

El inicio de la lactancia se consideró, en las 2 pruebas, a partir del quinto día después del parto hasta 305 días en producción.

Las vacas se ordeñaron 2 veces al día (2X). El concentrado se les ofreció al inicio de la ordeña con el fin de llevar el control de la cantidad de concentrado que le correspondía a cada animal de acuerdo al estadio de la lactancia y producción.

En relación al alimento concentrado se determinó la composición química, tomando una muestra mensual en términos porcentuales de materia seca (MS), proteína bruta (PB), cenizas (C), lípidos (EE), según la metodología propuesta por la AOAC (1990); fibra detergente neutra (FDN) por la técnica descrita por Goering y Van Soest (1970) y digestibilidad "in Vitro" de la materia orgánica, de las praderas, utilizando las tablas de Tilley y Terry (1963). La concentración de energía neta de lactancia (EN_L) en Mcal/kg de MS, se estimó a partir de Weiss y col. (1992), basándose también en las tablas de referencia del NRC (2001) para vacas con un mantenimiento (3x).

Los animales experimentales se distribuyeron al azar, al momento del parto formando los grupos: control y tratamiento (monensina sódica).

Las hembras control recibieron la dieta tradicional. Al grupo experimental de clavellinas se les adicionó en la dieta normal una cantidad de 450 mg de monesina sódica por animal por día y 200 mg a las vacas del Verdineño; el cual fue adicionado en la premezcla mineral.

La concentración de proteína cruda en el concentrado y en la pradera en el campo experimental Clavellinas, se presentan en el cuadro (6), el promedio a lo largo del estudio fue de 21.4 y de 11.6 % respectivamente.

Cuadro 6. Análisis Proximal en el Concentrado y la Pradera

Variable	Concentrado	Pradera
Humedad %	12	64.5
Materia seca %	88	35.5
Proteína cruda %	21.4	11.6
Cenizas %	10.6	10.5
E.E. %	3.8	N.D
FC. %	5.4	N.D
ELN %	55.2	N.D
FDN %	24.8	60.5
FAD %	10.2	42.3

En el cuadro No. 7 se muestran la concentración de proteína cruda, en el concentrado fue de 24.2 y en la pradera 7.4%. En el C.E. Verdineño

Cuadro 7. Análisis Bromatológico de Concentrado y Pradera

	Concentrado	Pradera
Humedad %	9.4	9.4
Materia seca %	90	90
Proteína cruda %	24.2	7.4
Cenizas	8.8	8.1
Fibra cruda %	10.1	34.4
EE %	2.4	1.4
ELN %	54.5	46.3
FDN %	57.11	72.2
FDA %	11.1	38.6

En ambos campos experimentales se realizaron las actividades de rutina y de chequeo de calores (2 veces al día) y de inseminación artificial con toros de fertilidad probada (12 horas después de detectado el inicio del celo AM/PM).

El estudio inicio al momento del parto y finalizo cuando cumplieron 20 semanas de lactancia.

7.3 VARIABLES DE REPUESTA

En los animales las variables de respuesta que se registraron son:

- Peso corporal, cada 14 días

- La producción de leche (Kg.), diariamente
- Porcentaje de grasa en leche, cada mes.
- Número de días post parto para la presentación del primer celo.
- Días abiertos.
- Número de servicios por concepción
- Salud reproductiva post parto también.
- Conversión alimenticia

7.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

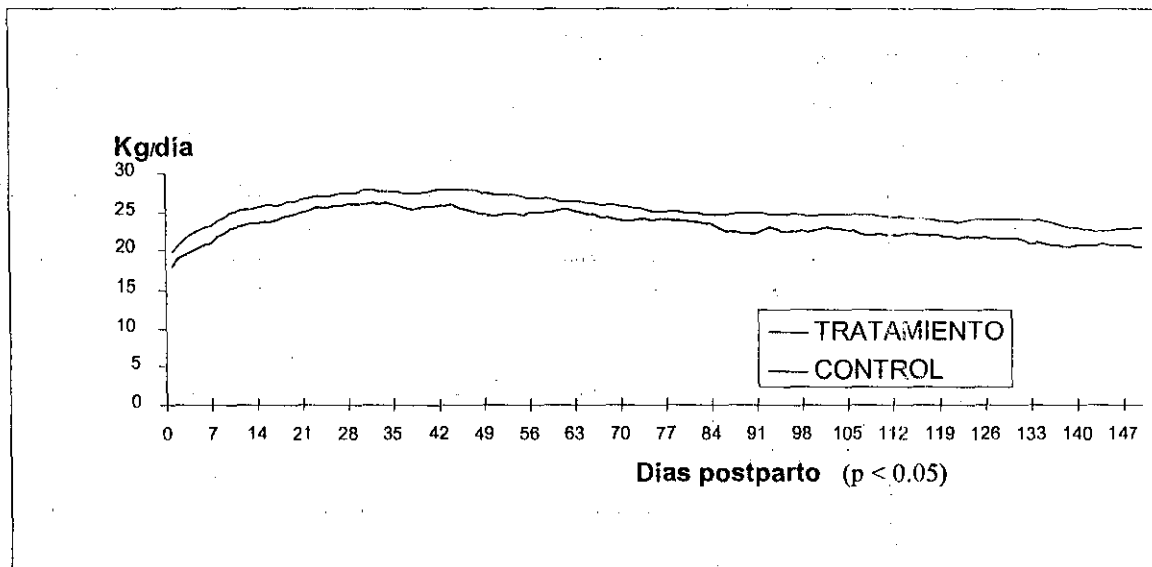
Se evaluó el efecto de la adición de ionóforo sobre las variables de respuesta antes mencionadas un análisis de varianza y prueba de Tukey para diferencia múltiple de medias ($P < 0.05$), así como análisis de regresión lineal simple para peso y condición corporal, con el programa SAS y rutina GLM.

VIII. RESULTADOS

8.1 Consumo de concentrado

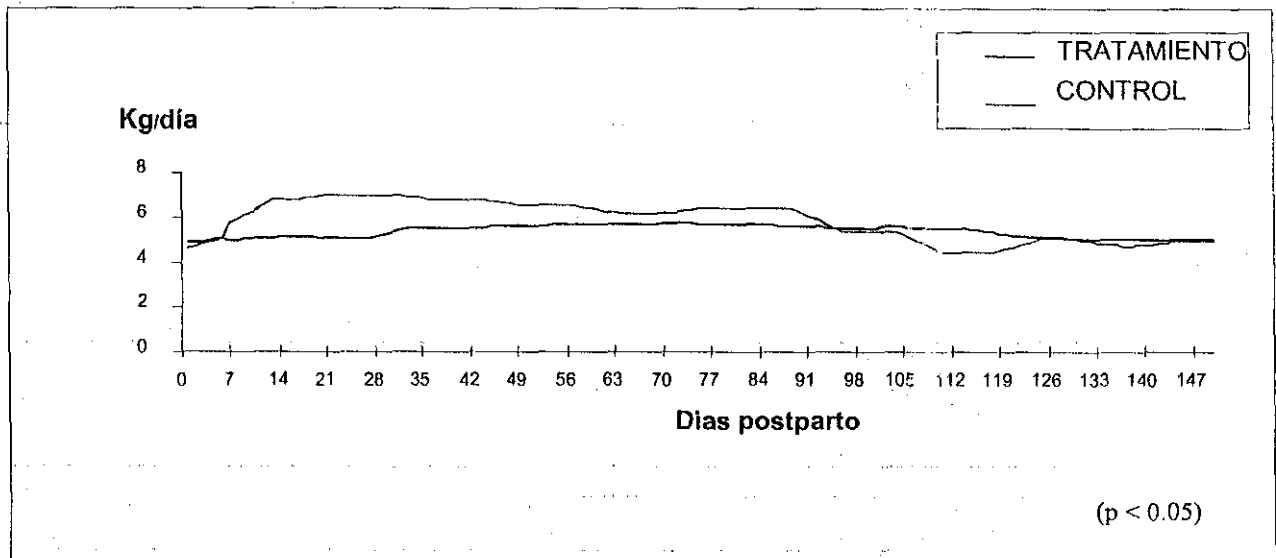
El efecto de la adición de monensina sódica en la dieta sobre el consumo de concentrado de vacas Holstein en el C.E. Clavellinas se muestra en la gráfica 1. Se observó una ligera disminución del consumo en el grupo que recibió la monensina con una diferencia de 1.11 Kg. /día, sin ser estadísticamente significativa. Los promedios de consumo por tratamiento fueron de 11.55 y 10.44Kg./día, para los grupos sin monensina y con monensina respectivamente.

Gráfica 1. Efecto de la adición de monensina sódica en la dieta sobre el consumo de concentrado durante la lactancia en vacas Holstein



El efecto de la adición de monensina sódica en la dieta sobre el consumo de concentrado de vacas Suizo Pardo en el C.E. Verdineño se muestra en la grafica 2, en el cual se observó una ligera disminución de consumo en el grupo tratado de 550 g/día sin ser estadísticamente significativo. Los promedios de consumo fueron de 5.320 Kg. vs. 5.870 Kg. de los grupos sin monensina y con monensina respectivamente.

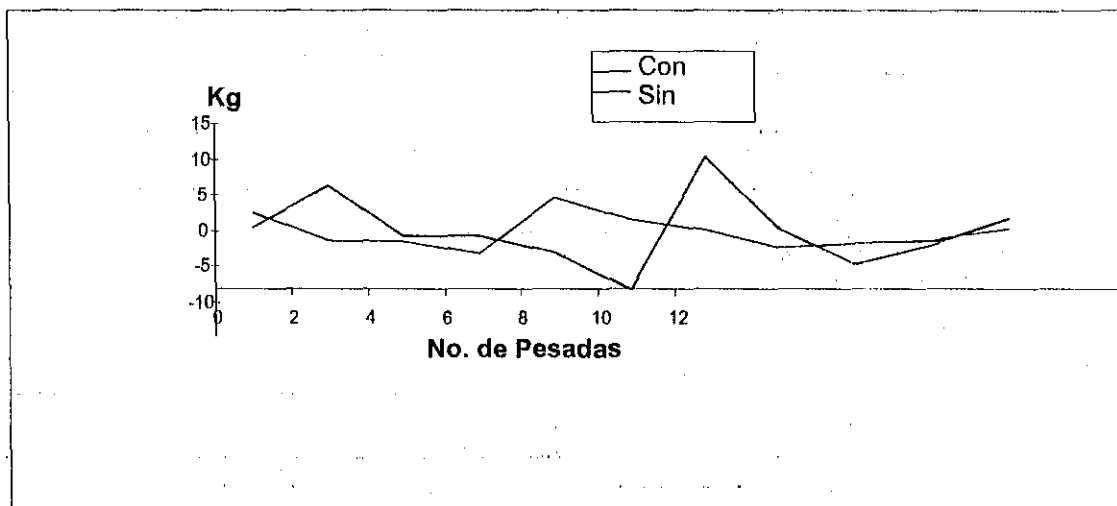
Gráfica 2. Efecto de la adición de monensina sódica en la dieta sobre el consumo de concentrado durante la lactancia en vacas Pardo Suizo



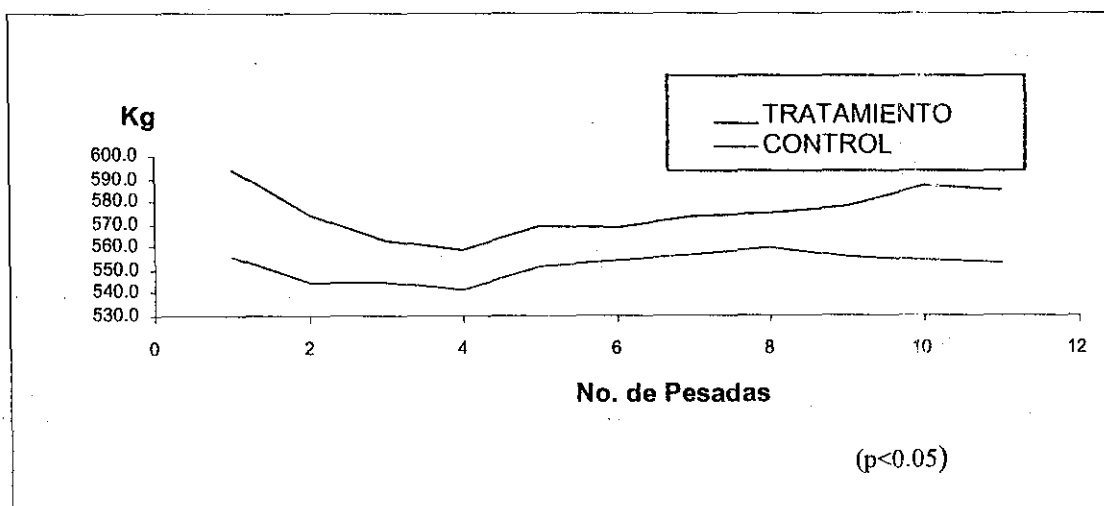
8.2 Peso y Condición Corporal

Los cambios de peso corporal durante la prueba en el campo experimental Clavellinas, se presentan en la grafica 3. Las vacas que recibieron monensina ganaron 10 Kg., mientras que las no tratadas perdieron 1.2Kg., siendo estadísticamente significativos. Sin embargo los valores promedio de cambios de peso mensual (Grafica 4), fueron de + 4.6 y + 3.3 para los grupos control y tratado a través del tiempo de prueba.

Gráfica 3. Efecto de la adición de monensina en la dieta sobre los cambios de peso corporal durante el posparto de vacas Holstein

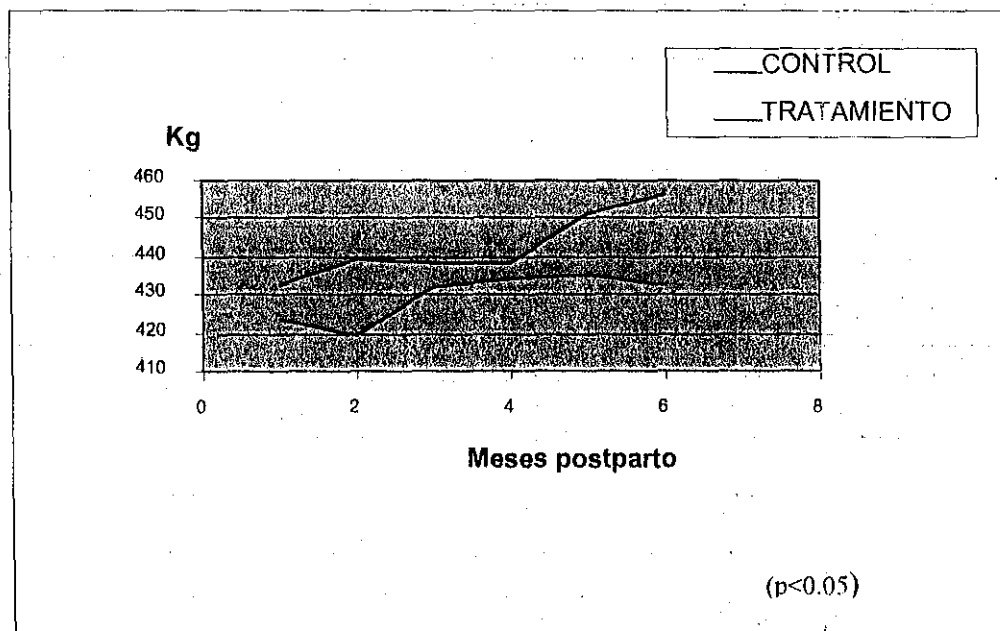


Gráfica 4. Efecto de la adición de monensina en la dieta sobre los cambios de peso corporal mensual durante el posparto de vacas Holstein

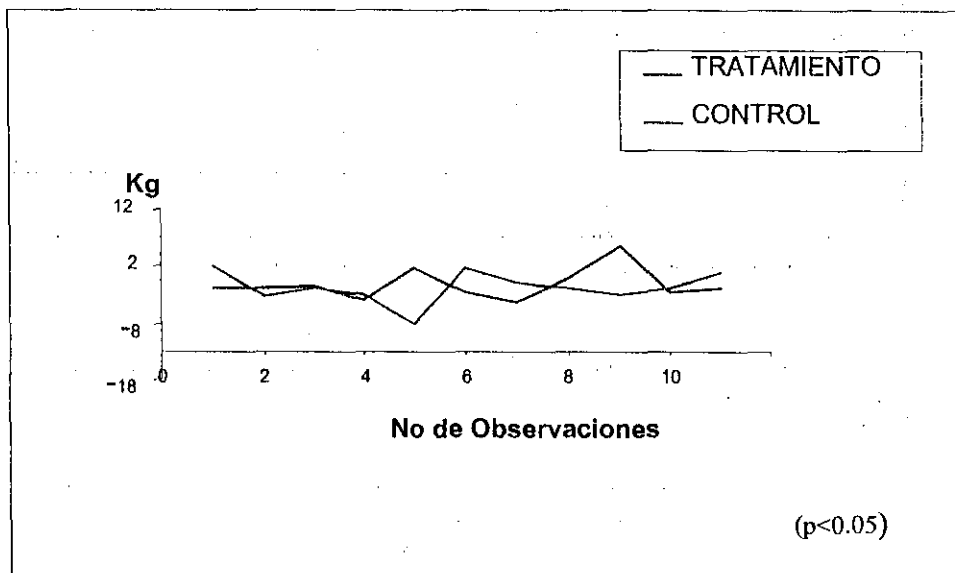


Los cambios mensuales de peso vivo, en C.E. Verdineño, se muestran en la grafica 5, los cuales mostraron ser diferentes significativamente a partir del tercer mes de lactancia en el grupo tratado. Las vacas que recibieron monensina ganaron 13 Kg., mientras que las no recibieron el ionóforo ya que perdieron 0.820 Kg. Sin embargo los promedios de peso mensual sobre toda la prueba fueron de (+ 4.74) y (+ 1.80) para ambos grupos (grafica 6).

Gráfica 5. Efecto de la adición de monensina sódica en la dieta sobre el peso corporal durante la lactancia en vacas Pardo Suizo



Gráfica 6. Efecto de la adición de monensina sódica en la dieta sobre el Peso corporal durante la lactancia en vacas suizo Pardo



8.3 Parámetros Reproductivos

Los parámetros reproductivos que se midieron en vacas Holstein del C.E Clavellinas se muestran en el Cuadro 8. No se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

Cuadro 8. Efecto de la adición de monensina sódica en la dieta durante el posparto sobre algunos parámetros de importancia reproductiva en vacas Holstein.

PARÁMETRO	CON MONENSINA	SIN MONENSINA
No. DE PARTO	3	2
Primer celo post-parto (días)	63	80
DIAS ABIERTOS	145	177
No. de servicios por concepción	2.6	2.3
FERTILIDAD, %	90	82

No se encontró efecto significativo de la adición de monensina en la dieta sobre algunos parámetros reproductivos de vacas Pardo Suizo en el C.E. Verdineño como se muestra en el cuadro 9.

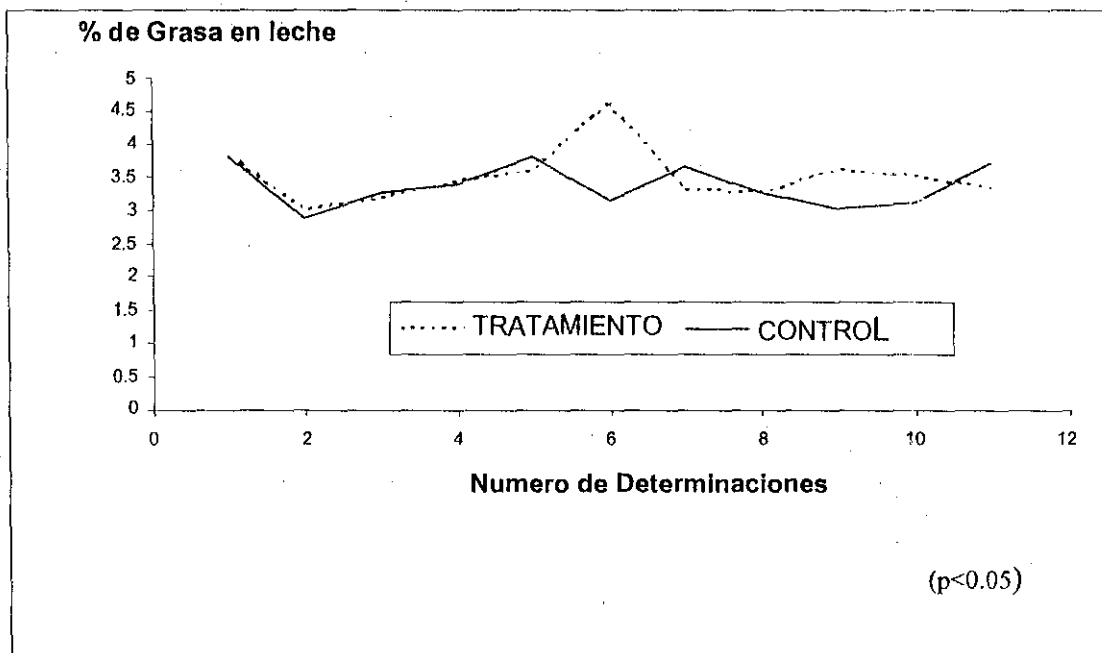
Cuadro No. 9. Efecto de la adición de monensina sódica en la dieta durante el posparto sobre algunos parámetros de importancia reproductiva en vacas Suizo Pardo

PARAMETRO	CON MONENSINA	SIN MONENSINA
No. Parto	2	3
Días abiertos	120	160
Fertilidad, %	80	69.2

8.4 Porcentaje de grasa en leche

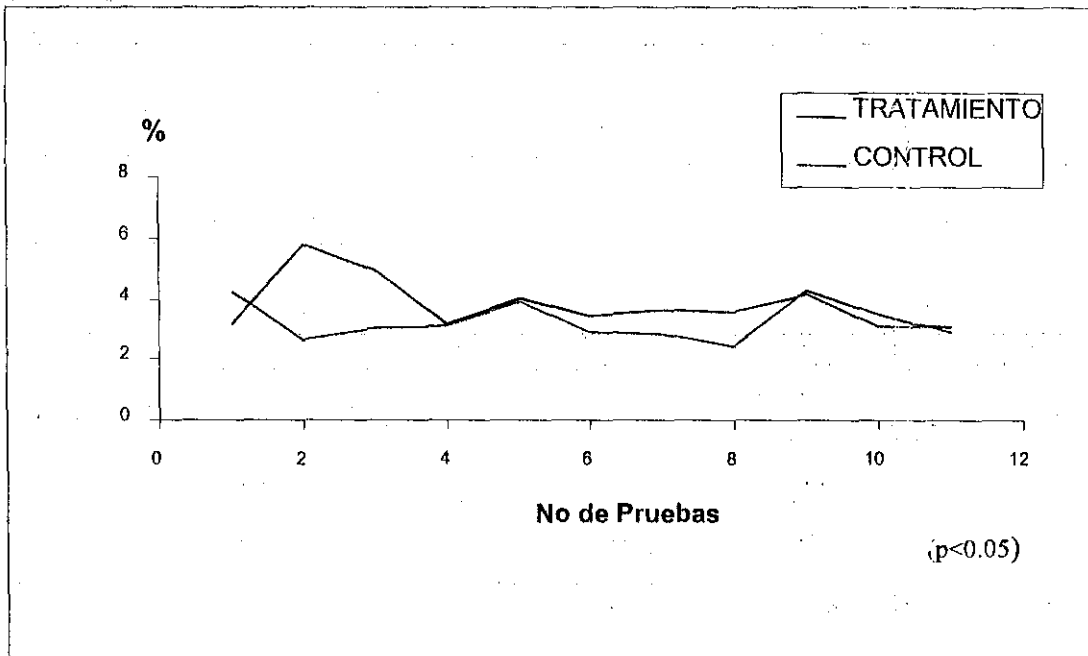
La gráfica 7, muestra el efecto de la adición de la monensina en la dieta durante la lactancia sobre el contenido de la grasa en leche durante los meses de prueba en Clavellinas, y fue de 3.38 y 3.51 en los grupos sin monensina y con monensina respectivamente la cual no fue diferente significativamente entre grupos.

Gráfica 7. Efecto de la adición de la monensina en la dieta durante la lactancia sobre el contenido de la grasa en leche en vacas Holstein

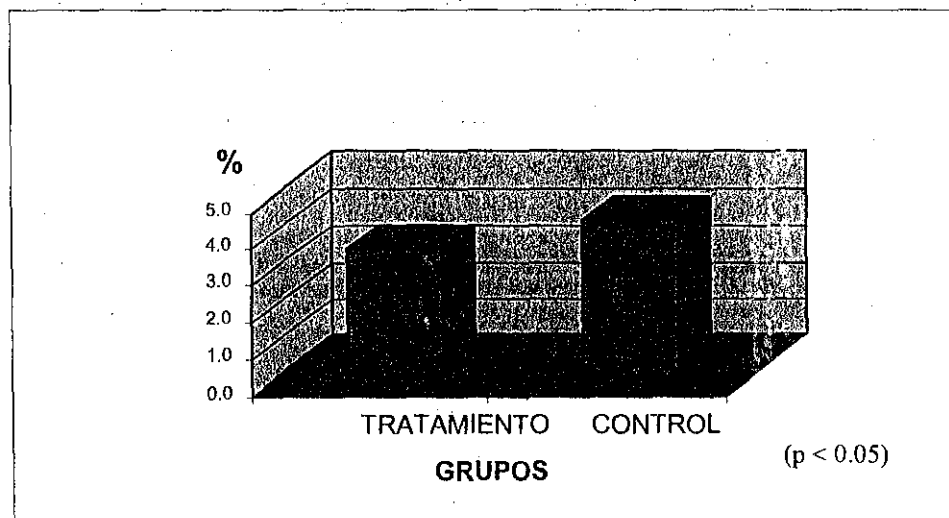


La concentración de grasa en la leche de vacas Pardo Suizo durante la prueba en el C.E. Verdineño, no mostró diferencias estadísticas significativas (grafica 8). Los resultados fueron de 3.23 y 3.83 % para el grupo sin monensina y el grupo con monensina respectivamente. Sin embargo cuando se analizaron los resultados dependiendo del número de partos, 1 (4.3), 2 – 3 (3.5) y más de 4 (3.7), el grupo sin monensina sódica mostró un mayor porcentaje de grasa en leche (Graficas 9, 10 y 11).

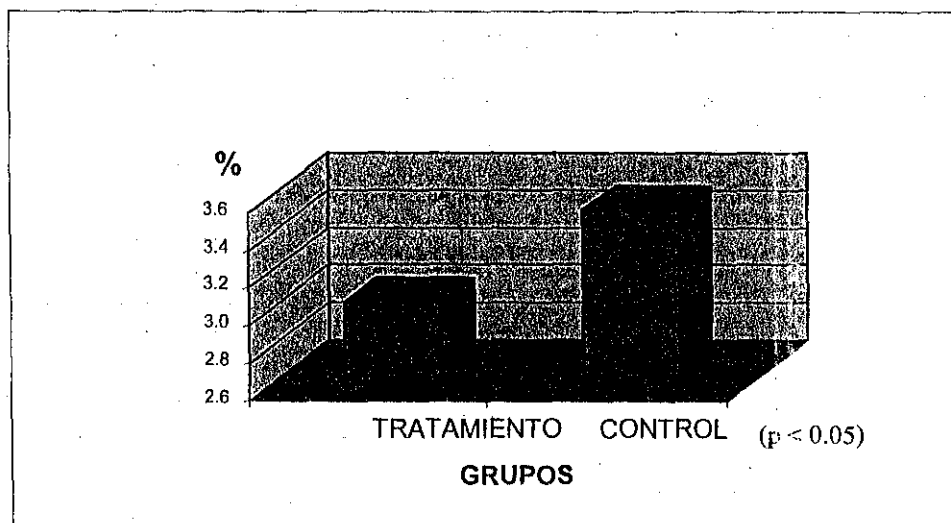
Gráfica 8. Efecto de la adición de la monensina en la dieta durante la lactancia sobre el contenido de la grasa en leche en vacas Holstein.



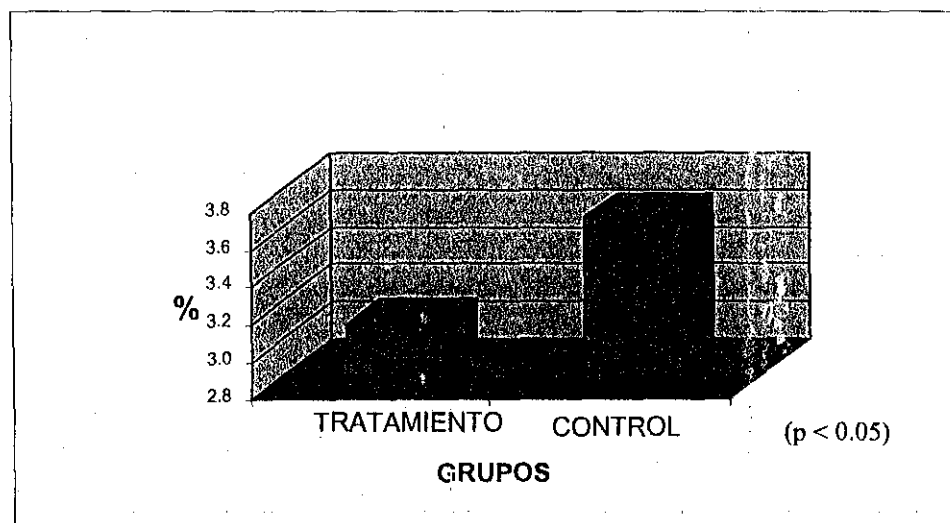
Gráfica 9. Efecto de la adición de la monensina en la dieta durante la lactancia sobre el contenido de la grasa en leche en vacas Holstein de primer parto.



Gráfica 10. Efecto de la adición de la monensina en la dieta durante la lactancia sobre el contenido de la grasa en leche en vacas Holstein de 2 y 3 partos.



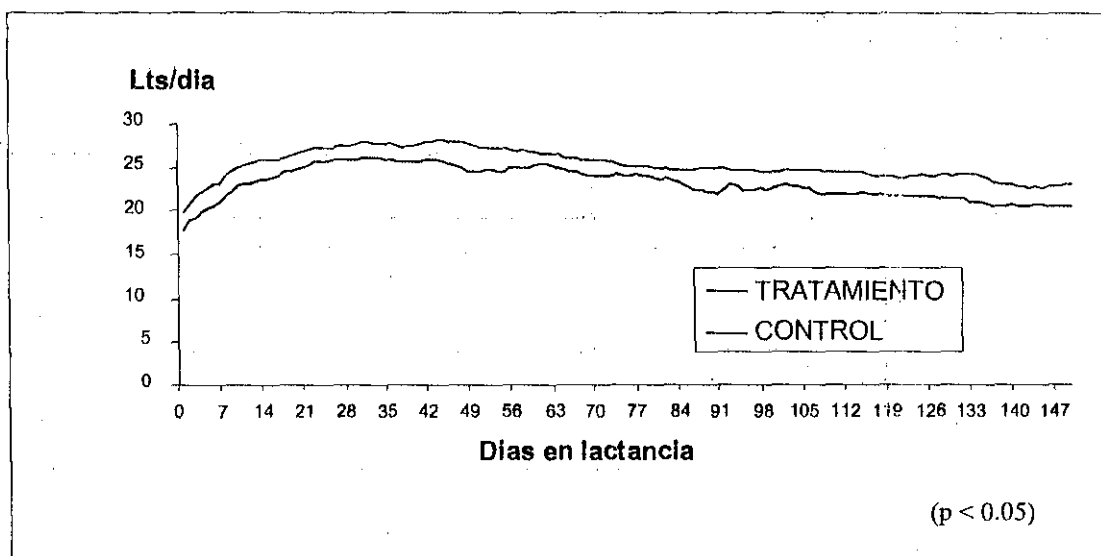
Gráfica 11. Efecto de la adición de la monensina en la dieta durante la lactancia sobre el contenido de la grasa en leche en vacas Holstein de 4 ó mas partos



8.5 Producción de Leche

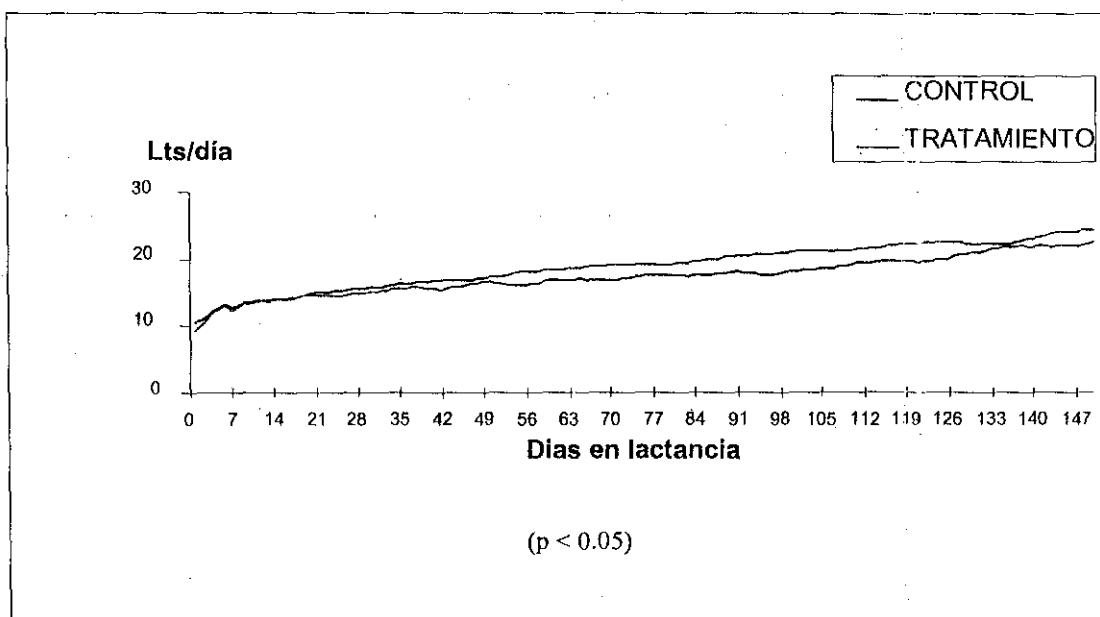
En la gráfica 12, se muestra el efecto de la adición de monensina sodica en la dieta sobre la producción de leche en vacas Holstein en el C.E. Clavellinas se observó un ligero aumento en el grupo sin monensina con una diferencia de 1.2 litros de leche por día comparado con el grupo sin monensina. Los promedios por tratamiento fueron similares 25.23 y 23.17 l/día, para los grupos control y tratado respectivamente.

Gráfica 12. Efecto de la adición de la monensina en la dieta sobre la producción diaria de leche en la Raza Holstein.



En la gráfica 13, se muestra la producción diaria de leche por tratamiento, en el C.E. Verdineño, las vacas que recibieron la monensina produjeron un promedio de 1.40 l/día, mas que el grupo control, sin ser diferentes estadísticamente. Los promedios de producción de leche fueron de 17.27 y 18.76 Kg. por día para los grupos control y tratado respectivamente.

Gráfica 13. Efecto de la adición de la monensina en la dieta sobre la producción diaria de leche en la raza Pardo Suizo.



IX. DISCUSIÓN

La monensina de sodio es utilizada para manipular la fermentación ruminal (Bergen y Bates, 1984), con el propósito de aumentar la suplementación de energía del animal. La monensina se ha empleado tradicionalmente en raciones de ganado productor de carne y ganado en engorda y en los últimos años en vaquillas lecheras en crecimiento, sobre todo en explotaciones con manejo estabulado, en donde el ionóforo puede ser mezclado en la ración.

Los efectos del tratamiento con monensina en vacas lecheras, no se encuentran del todo bien definidos como los que han resultado al ser incorporados a las raciones de ganado productor de carne. La mayoría de las pruebas se han efectuado en ganado lechero en lactancia con raciones de concentrado y forraje perfectamente mezcladas, lo que no sería representativo de vacas lecheras en pastoreo.

En sistemas de ganado lechero en confinamiento, los tratamientos con monensina, generalmente han resultado en un aumento en la producción de leche (Beckett y col., 1998; Van der Werf y col., 1998; Duffield y col., 1999). En una constante en el porcentaje de grasa en leche (Cant y col., 1997; Beckett y col., 1998; Duffield y col., 1999), o en su disminución (Van der Werf y col., 1998; Saber y col., 1998).

9.1 Consumo de concentrado

La disminución en el consumo de concentrado en la prueba de Clavellinas (1.11 kg/día) en el grupo tratado con monensina y en el Verdineño (0.550 kg/d) sin ser estadísticamente significativos, son similares a los observados en otros estudios (Broderick, 2003; Vallimont y col., 2001; Phipps y col., 2000; Van Der Werf y col., 1997).

Se ha señalado que en rumiantes alimentados con alta proporción de carbohidratos fermentables, los ionóforos deprimen el consumo de alimento, pero no modifican la ganancia de peso, lo cual implica una mejor conversión y resultados semejantes se han observado cuando las raciones contienen un alto nivel de forraje (Bergen y Bates, 1984).

Estos resultados sugieren que la monensina adicionada a la ración de vacas en lactación temprana tendría un efecto positivo en el consumo de concentrado, en sistemas de pastoreo aún cuando en este régimen de alimentación las praderas representen un elevado porcentaje de la dieta.

En el presente trabajo, la utilización de las praderas proporcionaron un contenido de fibra mayor al 70 % del consumo de M.S., por lo cual los resultados son similares a los observados en los estudios con un alto contenido de fibra en ganado lechero estabulado como se ha mencionado anteriormente.

9.2 Peso y condición corporal

En relación al peso corporal durante el periodo de tratamiento en vacas Holstein (Clavellinas) el grupo con monensina (450 mg/d) tuvo una ganancia de 10.0 kg., mientras que el grupo control perdió 1.2 kg siendo estos significativos. En la raza Pardo Suizo (Verdineño) el grupo tratado (220 mg/d) obtuvo una ganancia de 13.0 kg y el grupo control perdió 0.820 kg, lo que fue estadísticamente significativo, resultados similares fueron obtenidos por Vallimont y col. (2001) en vacas Holstein, al utilizar 300 mg/d).

Duffield y col., (1998) al utilizar una capsula de liberación controlada (CLC) que permitía dosificar 335 mg/d. de monensina sódica, por un periodo de 95 días, iniciando el tratamiento una semana antes de la fecha esperada del parto (503 vacas Holstein) y donde el forraje principal lo constituyo heno, y silo de maíz; reportaron una diferencia significativa entre el grupo tratado y el control. La diferencia de la condición corporal (CC) se calculo entre la CC al inicio y al final de la novena semana post parto.

Al incorporar al concentrado de una ración totalmente mezclada (RTM) de vacas Holstein multíparas, 150, 300 o 450 mg/d, de monensina sódica; a partir de la séptima semana y hasta la semana veinte de lactancia y donde el análisis proximal por resultado una PB de (17.9 – 19.2) y una FDN de (36.1 - 43.4), Phipps y col., (2000) reportaron un aumento de peso de 38.6 kg en el grupo tratado con 450 mg/d ($P < 0.05$), sin embargo este no se vio reflejado en la CC, que fue similar en todos los grupos tratados.

9.3 Parámetros Reproductivos

El restablecimiento de la actividad ovárica después del parto ha sido identificado como un factor significativo de la eficiencia reproductiva en ganado lechero. Los intervalos parto – primera ovulación, días a primer servicio, concepción y parto se extienden cuando la actividad de la función ovárica es retardada (Westwood y col., 2000).

La probabilidad de una concepción se ve influenciada por numerosos factores que pueden comprometer un programa reproductivo exitoso en ganado lechero y entre estos se incluyen: Proteína dietética (Jordan y Swanson, 1979), mérito genético (MacMillan y col., 1996), producción de leche (Laben y col., 1982; Lean y col., 1989), balance energético (Haresign y col., 1981; Grummer y col., 2000), número de celos estrales, concentración de progesterona (Fonseca y col., 1983) y número de partos. Al final todos estos factores dan como resultado un intervalo mayor entre partos afectando en forma definitiva el desarrollo económico de cualquier empresa lechera al disminuir su productividad.

Los parámetros reproductivos no mostraron una diferencia significativa, en cuanto no fueron incluidos en el diseño experimental como factores multivariados, por lo que en los resultados obtenidos como se mencionó anteriormente que las fallas reproductivas son difícilmente causadas por un solo factor dominante si no que generalmente son el resultado de la combinación de varios factores, estos

debieron ser incluidos en el diseño bajo un modelo, partiendo de un análisis multivariable como lo demostró Westwood (2002).

Debido al manejo propio de cada uno de los campos experimentales no todos los parámetros reproductivos pudieron ser analizados en forma correcta, sin embargo en la raza Holstein fue significativo la presentación del primer celo post parto en el grupo tratado (63) y la disminución de los días abiertos (145). En los resultados con vacas Pardo Suizo, la fertilidad aumento (10.8%) y los días abiertos disminuyeron (- 40 d) en el grupo tratado.

9.4 Porcentaje de grasa en leche

El comportamiento del porcentaje de grasa en leche, no fue significativo en ninguna de las 2 pruebas (Clavellinas y Verdineño), en los grupos control y tratados (400 y 220 mg/d).

Los resultados de este estudio concuerdan con los mencionados previamente por Gallardo y col. (1996), que al utilizar lasalocida en vacas Holstein, en pastoreo de alfalfa (*Medicago sativa*), en el periodo de lactación temprana, con dos niveles de inclusión (200 y 400 mg/d) no observaron diferencias estadísticas (2.97, 2.98 y 2.96) entre el grupo control y los grupos en tratamiento respectivamente. Estos mismos autores, en un segundo ensayo (1997) en vacas de lactancia media con 200 y 300 mg/d del mismo ionóforo, obtuvieron un porcentaje de grasa promedio en leche de 3.23.

Cuando la monensina fue incluida en dosis relativamente bajas (10.2 mg/kg M.S.) en raciones donde el único forraje era ensilado de alfalfa (Broderick, 2004), en vacas Holstein estabuladas, durante un periodo de 10 semanas post parto, se registro una disminución del 3.5% en grasa corregida en leche.

Resultados similares fueron mencionados anteriormente por Phipps y col. (2000), al utilizar 150, 300 y 450 mg/d de monensina, durante 20 semanas post parto; esta

reducción del porcentaje de grasa en leche fue significativa ($P < 0.01$) y vario de 3.9 a 3.58, 3.44 y 3.44% en el grupo control y los grupos tratados respectivamente.

Estos y otros estudios han establecido que el uso de monensina en ganado lechero reduce las proporciones molares de acetato y butirato con un incremento del porcentaje de propionato y que estos cambios están asociados con una disminución del contenido total de grasa en leche (Sauer y col.1998).

Si bien es cierto que otros investigadores han demostrado que la depresión de grasa en leche tiene un rango de variación de 0.14 a 0.56% (Ramanzin y col., 1997), la mayor parte de estos trabajos han evaluado la monensina en vacas altas productoras de la raza Holstein y bajo condiciones de estabulación.

No se puede pasar por alto que la reducción de acetato en rumen por la inclusión de monensina (Tung y Kung, 1993) disminuye la participación que el acetato tiene como precursor *de novo* de los ácidos grasos de cadena corta en la glándula mamaria y que se encuentran presentes en la grasa de la leche.

9.5 Producción de Leche

Los estudios de la eficacia del uso de monensina, cuando se adicionan al régimen nutricional de vacas lecheras en pastoreo, hasta ahora habían sido poco investigados. Sauer y col. (1998), en ganado lechero estabulado encontraron un

menor consumo de alimento, sin embargo la producción de leche aumento pero el contenido de grasa disminuyo en vacas tratadas con monensina, sin ser esto estadísticamente significativo.

En la prueba con vacas Holstein en el C.E. Clavellinas, el grupo control mostró un aumento en la producción de leche por día, (1.2 L). Sin embargo los promedios mensuales no fueron significativos ($P>0.05$). Los resultados con vacas Pardo Suizo en el C.E. Verdineño, mostraron un aumento (1.40 l), en el grupo tratado (220 mg/d) con monensina, y de 18.76 l, de producción promedio en el mismo grupo.

Los resultados del presente estudio no concuerdan con los realizados en Argentina, por Gallardo y col. (1996) que al utilizar 36 vacas Holando – Argentinas, de alto mérito genético (más de 7,000 litros por lactancia), con dos niveles de inclusión de lasolacid (200 y 400 mg/d), en pastoreo rotativo de alfalfa (*Medicago sativa*), durante medio día y una mezcla de concentrado durante la ordeña, reportaron una diferencia significativa en la producción de leche durante los primeros 45 días, en el tratamiento con 400 mg/d., sobre los grupos control y con el nivel de 200 mg/d. Pero si concuerdan, cuando los resultados son comparados con los obtenidos en la raza Pardo Suiza.

Cuando Maas y col. (2001), utilizaron 320 mg/d por vía intraruminal por medio de una capsula de liberación controlada, a partir de la quinta semana de lactancia en

vacas Freisian, en pastoreo rotacional de praderas de ryegrass (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*), observaron un aumento significativo ($P < 0.05$) entre la producción de leche y la interacción de la edad de las vacas en la prueba, efecto que observamos en las dos razas utilizadas, pero que no fue considerado por el número tan pequeño de vacas tratadas.

Ahora bien, el efecto de la monensina puede variar por el uso de diferentes raciones y en las diferentes razas productoras de leche. Esto es particularmente cierto entre la raza Holstein y la Jersey, debido a que estas difieren en la utilización de los diferentes precursores de la leche, (Oldenbroek, 1988), lo que pudo haber ocurrido en relación a la raza Pardo Suizo.

Bajo condiciones de estabulación, Van Der Werf y col. (1997) al administrar a vacas de las razas Holstein y Jersey, 150, 300 y 450 mg/día de monensina, por un periodo de 5 a 24 semanas post parto, encontraron un aumento en la producción de leche (+7.0%), en el grupo que recibió 300 mg/d ($P < 0.01$). Así mismo la producción fue menor en la raza Jersey que en la raza Holstein. Estos resultados no concuerdan con nuestro estudio, en cuanto a la raza Holstein, pero sí en el aumento en la producción de leche en las vacas Pardo Suizo

Cuando, Phipps y col. (2000) utilizaron 150, 300 y 450 mg/d, de monensina en vacas Holstein multíparas de la 7, a las 20 semanas de lactancia, observaron una respuesta significativa ($P < 0.05$) en la producción de leche en los grupos tratados

con 150 y 300 mg/d; pero no en el tratamiento con 450 mg/d., el aumento en la producción diaria de leche no fue estadísticamente significativo al grupo control o a los grupos con dosificaciones menores. Estos resultados coinciden con los que fueron mencionados en Australia (Wade y col., 1996), al incluir las mismas cantidades de monensina, en la ración diaria y aunque no se observaron diferencias significativas, hubo una marcada reducción en la producción de leche en el tratamiento con 450 mg/d.

Por lo anterior se puede concluir que la dosificación de 150 a 300 mg/d., ha reportado una mejor eficiencia en la utilización de monensina sodica en vacas lecheras.

La mayor producción de leche durante los primeros 45 días podría deberse a un mejor balance energético en las vacas, debido a que los ionóforos generalmente aumentan la producción de propionato y mejoran la captación de amoníaco en rumen (Bergen y Bates, 1984).

También se ha sugerido, que los aumentos de producción de leche observados al utilizar monensina, como ya se menciono anteriormente son el resultado del aumento ruminal de propionato y la disminución de las concentraciones de acetato (Schelling, 1984), y que al aumentar la disponibilidad de propionato, daría como consecuencia una mayor producción de lactosa en la glándula mamaria (Granzin y Dryden, 1999).

Por otro lado, la utilización de monensina se ha asociado con la reducción ruminal de la degradación de proteína, y esto podría aumentar el aporte de aminoácidos a la glándula mamaria, aumentando la producción de proteína en la leche (Hayes y col., 1996).

Los efectos de los ionóforos en los rumiantes son diversos y variables y estos dependen de la raza, tipo de ración, manejo (estabulación, pastoreo) etapa de lactancia, número de partos y condición corporal, entre otros factores. A pesar de esto, los ionóforos parecen tener efectos positivos y consistentes en el metabolismo ruminal y como consecuencia, en la eficiencia productiva y reproductiva. Sin embargo es necesario realizar un mayor número de pruebas bajo condiciones de pastoreo y con un número mayor de vacas, utilizando la monensina desde el periodo de transición y durante toda la lactancia, para demostrar su eficiencia en vacas en pastoreo suplementadas con concentrados.

X. CONCLUSIONES

- 1.- En general el grupo de vacas en pastoreo y alimentadas con un concentrado adicional con monensina sodica obtuvieron una ganancia de peso significativo a diferencia de las que no lo recibieron.
- 2.- El consumo de concentrado tubo una ligera disminución de consumo en el grupo que se le adiciono la monensina pero no fue significativo.
- 3.- En los parámetros reproductivos no hubo diferencias significativas aunque los grupos tratados con monensina presentaron el primer calor posparto a más corto tiempo, menos días abiertos, fertilidad mas alta y ligero aumento en los servicios por concepción.
- 4.- La producción de leche tuvo un ligero aumento en las vacas tratadas pero no a significativo con el grupo control.
- 5.- En el porcentaje de de grasa tampoco hubo diferencia significativa, pero cuando se evaluaron los resultados por el número de parto el grupo de primer parto (C.E. Verdineño) sin monensina mostró un mayor porcentaje de grasa siendo este de 4.3

6.- Se requiere un mayor número de pruebas y grupos más homogéneos para valorar la monensina sódica como promotor de producción láctea en vacas lecheras bajo condiciones de pastoreo y suplementación.

XI. LITERATURA CITADA

- Alais, Ch. (1985). Ciencia de la leche, Ed. CECOSA México. Pág. 15-22
- Amiot, J. (1991). Ciencia y Tecnología de la Leche. Ed. Acribia, España. pp. 5-11, 55,376-379.
- AOAC (1990) Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of analysis 15th edition, Washington, D.C.
- Badui, D.S. (1989). Química de los alimentos. Ed. Alambra Mexicana. México, pp.28-42
- Bagg, R. (1997). Mode of action of ionophores in lactating dairy cattle. In proc. Usefulness of ionophores in Lactating Dairy Cattle. Ontario Veterinary College. University of Guelph. pp.13-21.
- Bartley, E. E., T.G. Nagaraja (1983). Effects of lasalocid and monensin on legume or grain (Feedlot) bloat. J. Animal. Sci.:56:1400-1406.
- Bastos, A.J.A., López de Mendoza, C., Soares., F.M.C. y Graf, K.M.R. (2000). Características e indicacoes clinicas dos ionóforos para ruminantes. Revista CFMV. Suplemento técnico No. 20. Conselho federal de Medicina Veterinaria. Brasilia.
- Bean, S.W. Butler. (1998). Energy balance and ovarian follicle development prior to first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. Biol. Reprod. 56:133-142.
- Bergen, G.W. and D.B. Bates.(1984). Ionophores: Their effect on production efficiency and mode of action. J. Animal.Sci. 58:6.
- Bernal, E. and R.K. McGuffey. (2000). Milk production of Holstein X Sahiwal cows receiving monensin and a sustained release formulation of methyonyl bovine somatotropin. Joint Annual Meeting and Northeast Section Meeting of the American Dairy Science Association/American Society of Animal Science, Abstr: 1035.
- Black. and G. McQilleken. (1980). A judgement against sudden death. Calf News 18:42-43.
- Bourgues, H y Morales de León, J. (1986). La leche y sus derivados en la dieta. Cuadernos de Nutrición. Instituto de la Nutrición, México 9 (4):219-228

- Chalupa, W. (1977). Manipulating rumen fermentation. *J. Animal.Sci.* : 46 :585-599.
- Chalupa, W. (1980). Chemical control of rumen metabolism. *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*.
- Church, D. (1988). Salivary function and production. In Church (ed): *The ruminant animal, digestive physiology and nutrition*. Englewood cliffs, NJ. Prentice Hall: 117.
- Cooper, R.J., T.J.Klosfenstein, R.A. Stock. (1999). Effects of imposed feed intake variation on acidosis and performance of finishing steers. *J. Animal.Sci.*77:1093-1099.
- Demeyer, D.L. and C.J. Van Nevel. (1995). Methanogenesis, an integrated part of carbohydrate fermentation and its control. Pages: 336-382 in *Digestion and Metabolism in the rumian*. I.W. McDonald and A-C-I- Warner. Ed. The University of New England Publishing Unit. Armidale. Australia.
- Duffield, T., K.E. Leslie, D. Sandals, K. Lissemore, B. McBride. J.H. Lumsden. (1997). Effect of monensin on milk production, milk components, health, and reproduction. 1997 Dairy research report. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs- University Guelph. Ontario Canada.
- Erasmus. L.J., I. Smith, A. Muller, D.O. Hagan. (1993). Effects of lasalocid on performance of lactating dairy cows. *Animal.Sci.* 82 (8):1817-1823.
- Galavíz R.J.R. Vásquez P.C.G., Ruiz I.F. de J., Lagunes L.J. (1998). Factores ambientales que afectan la curva de lactancia en vacas suizo pardo en clima subtropical. *Téc. Pecuaria. Méx.* Vol.36 No. 2.
- García H.L.A. 1996. Las importaciones mexicanas de leche descremada en polvo en el contexto del mercado mundial y regional. U S Dairy Export Council. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
- Garrett, E.F.M.N. Pereira, K.V. Nor Lund, L.E. Armentano. (1993). Diagnostic methods for the detection of subacute ruminal acidosis in dairy cows. *J. Animal.Sci.* 82:1170-1178.
- Garza, F.J.D. (1998). Actualización en el uso de aditivos en dietas de ganado de engorda. En: Memoria de conferencias AFIA-98 Guadalajara, JAL.
- Gómez, C. J.C.(1991). Efecto en el crecimiento y desarrollo de vaquillas de la raza Holstein F. con la adición de lasalocid sódica en el alimento post-destete. México, Universidad de Guadalajara. Tesis de Licenciatura. CUCBA.

- Goering, H.R., Van Soest, P.J. (1970) Forage fiber analysis: Apparatus, reagents, procedures and some applications. Agric. Handb. 379: 1-20, Washington, D.C. USA:
- Hugon, J.S. col., (1987). Effects of monensin on cell ultrastructure and glycoprotein migration. Cell Tissue Research. 250,355.
- Hungate, R.E. (1976) The rumen and its microbes. Academic Press. New York, N.Y.
- INEGI.2005. El sector alimentario en México. México. Pp 63-66.
- Instituto Babcock, (1998). Guía técnica lechera electrónica. Nutrición y alimentación.
- Jockey, L.J., I.D. Wilkinson. (1998). Alleviated nutrient imbalance by monensin premix (Rumensin). Reduced risk of ketanoemia in dairy cows. Bovine Pract. 32:31-33.
- Keilling, F.M. y Luquet, R. (1991). Leche y Productos Lácteos. Ed. Acribia, España. Pp.331-333
- Kennelly, J.J., K.A. Lien.(1997).EffCet of ionophores supplementation of milk components from lactating cows import useless of ionophores in lactating. Dairy cattle. 40-49. Ontario Veterinary College. Guelph, on Canada.
- Lean, I.J. Wade, L. and Beckett, S.D. (1996). Bovine somatotropin and monensin. Emerging technologies. Department of Animal Science. University of SyDney. Australia.
- Limm, J. (1991). Feeding for optimal reproductive performance in high producing dairy cows. En: Breeding for profit in the 90 s. Cooperative extension service, Iowa State University.
- McGuffey, R.K., L.F. Richardson, and J.I.D. Wilkinson. (2000). Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. Joint Annual Meeting and Northeast section Meeting of the American Dairy Science Association & American Society of Animal Science, Abstr. :246
- Masson and Rendell. (1993). Effect of monensin suckling bovine activity after parturition. J. Animal.Sci. 27:1621-1626.
- Moate, P.J., Clarke, T., Davis, L., Bastiensen, E. and Laby, Jr. (2000). Monensin has anti-foaming properties. Join Annual Meeting and Northeast section Meeting of the

American Dairy Science Association & American Society of Animal Science, Abstr.: 247

Murphy, M.R., J.M., Campbell, S.W. Nombekela, P.S. Erickson. (1993). Effect of lasalocid on dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 76 (Supl.1):279 Abst.

Necoechea, R.R.M. (1987). Manual de aditivos y suplementos para la alimentación Animal, 2da Ed, Editado por Manual Agropecuario. México. DF.

Nagaraja, T.G., T.B. Avery, S.G. Galitzer y D.L. Harmon. (1985). Effect of ionophore antibiotics on experimentally induced lactic acidosis in cattle. *Am. j. vet. Res.* 46:2444-2459.

Padilla, R.F.J.(1998). Effects of dietary lasalocid during late pregnancy, postpartum period, and sex of calf on profiles of progesterone, estrogen, 13-14-dihydro-15keto-prostaglandin F2 α and follicular patterns in Brahman cows. Doctor of philosophy. Texas A & M University.

Philpot, W.N. (1997). Calidad de la leche y control de la mastitis, en memorias del Congreso Nacional de Control de Mastitis y Calidad de la Leche. 30-31 de mayo, León, Guanajuato, México.

Ponce, C.M. (1994). calidad de la leche y su control, una problemática nacional en: Sanidad Agropecuaria vol. V, SAGARPA, México, pp. 44-46

Randel, R.D., and Rhodes III.(1980). The effect of dietary monensin on the luteinizing hormone response of prepubertal heifers given a multiple gonadotropin-releasing hormone challenge. *J. Animal. Sci.* 51:925-931.

Randel, R.D., L.M., Rutter, and Rhodes III.(1982). Effect of monensin on the estrogen induced LH surge in prepubertal heifers. *J. Animal.Sci.*54:806-810.

Rodríguez dos Santos, I e Alves, P.J.R. (1999). Efeito do rumensin (monensina sódica) na dieta de vacas em lactacao . Fundacao ABC Brasil.

Russell, J.B. (1987). A proposed mechanism of monensin action in inhibiting ruminal bacterial growth: effects on ion flux and protomotive force. *J. Animal. Sci.* 64:1519-1525.

Russell, J.B. and H.J. Strobel. (1989). Effects of ionophores on rumen fermentation. *Appl. Environ. Microb.* 55:1-6.

- Santos, M.A. (1987). Leche y sus derivados. Ed Trillas, México, pp.33-45
- Santos, J.E.P. (1996). Effect of degree of fatness prepartum on lactation performance and follicular development of early lactation dairy cows. M. Sc. Thesis. Dept. Animal Science, University of Arizona, Tucson, AZ.
- Sauer, F.D., J.K.G. Kramer and W.J., Candwell. (1989). Antiketogenic action of monensin in early lactation. *J. Dairy Sci.* 72:436-442.
- Schelling, G.T. (1984). Monensin mode of action in the rumen. *J. Animal. Sci.*61:1518-1527.
- Speicer, L.J., e S.E. Echterkamp. (1995). The ovarian insulin and insulin-like growth factor system with an emphasis on domestic animal. *Dom. Animal. Endoc.* 12: 223-245.
- Sumano, L.H. (1990). Farmacología clínica en bovinos. 1 Ed. Trillas 652 p.México DF.
- Symanowky, J.T., Green, J.R. Wagner.(1999). Milk production and efficiency of cows fed monensin. *J. Dairy Sci.* 82 (Suppl.1): 75 Abstr
- Tamayo, A. E.V. (2003). Características de la curva de lactancia y los factores que la afectan en vacas Holstein, bajo un sistema de pastoreo intensivo en el sur de Jalisco. Tesis de Licenciatura de Ing. Zoot.UAG.
- Thomas, E.E., S.E. Poe, R.K. McGuffey.(1993). Effects of feeding monensin to dairy cows on milk production and serum metabolites during early lactation. *J. Animal. Sci.* 76 (Suppl.1):280 Abstr.
- Thomas, E.E. (1994). Desarrollo de vaquillas lecheras de reemplazo. 10 a. Conferencia Internacional sobre ganado lechero. México, DF.
- Veisseyre, R. (1988). Lactología Técnica. Ed. Acribia. España, Segunda Edición, pp. 1-20, 47-50
- Weiss, W.P., Conrad, H.R., St Pierre, N.R. (1992). A theoretically – based model for predicting total digestible nutrient values of forage and concentrates. *Anim. Feed Sci. Technol.*39: 95-96.
- Zorrilla, R.J.M. (1990). Ionóforos y manipuladores de la fermentación ruminal, en: Ávila, G.E., Shimada, A.S. y Llamas, G. (Editores). Anabólicos y aditivos en la producción pecuaria. 1 Ed. Sistema de educación continúa en producción animal en México A.C. México, DF.