

Universidad de Guadalajara

Facultad de Agronomía



El Uso de Probióticos en la Alimentación
de Ganado Lechero.

Tesis Profesional

Que Para obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo

Presenta:

José Alberto Pérez Burgos

Guadalajara, Jal., 1989.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Junio 10. de 1988

C. PROFESORES:

ING. M.C. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI, DIRECTOR
ING. M.C. JUAN RUIZ MONTES, ASESOR
M.V.Z. ENRIQUE VAZQUEZ AVALOS, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

" EL USO DE PROBIOTICOS EN LA ALIMENTACION DE GANADO LECHERO ".

presentado por el (los) PASANTE (ES) JOSE ALBERTO PEREZ BURGOS

han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección - su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"AÑO ENRIQUE DIAZ DE LEON"
"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO

ING. JOSE ANTONIO SANCHEZ MADRIGAL

srd'

Al contestar este oficio sirvase citar fecha y número



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Junio 10. de 1988

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

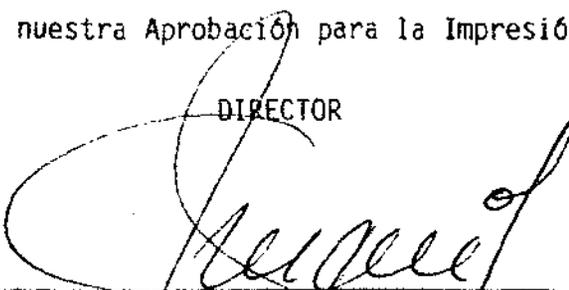
Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)
JOSE ALBERTO PEREZ BURGOS

titulada:

" EL USO DE PROBIOTICOS EN LA ALIMENTACION DE GANADO LECHERO "

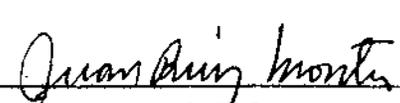
Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

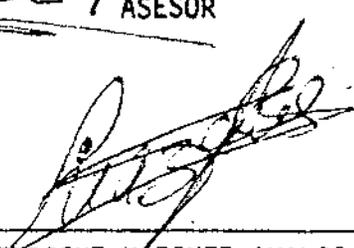
DIRECTOR


ING. M.C. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI

ASESOR

ASESOR


ING. M.C. JUAN RUIZ MONYES


M.V.Z. ENRIQUE VAZQUEZ AVALOS

srd'

Al contestar este oficio sirvase citar fecha y número

AGRADECIMIENTOS.

Al Ing. M.C. Leonel González Jáuregui por sus enseñanzas, dedicación y esfuerzo; por su paciencia y tiempo concedido; por su amistad - Ing. Leonel muchas gracias.

Al Ing. M.C. Juan Ruiz Montes, por sus enseñanzas impartidas, - revisión de tesis y su amistad, gracias.

Al M.V.Z. Enrique Vázquez Avalos, por sus enseñanzas, por el - apoyo y disposición para el desarrollo de la tesis, por su amistad y consejos muchas gracias.

Al Ing. M.C. Rubén Torres Hernández, por sus enseñanzas que -- contribuyeron a mi superación académica, por su apoyo en la realización - de la tesis, le expreso mi agradecimiento.

A la Universidad de Guadalajara y especialmente a la Facultad - de Agronomía por las facilidades prestadas para alcanzar mi superación - académica.

Agradezco al Ing. Ricardo López G. por su comprensión y facili - dades prestadas para la elaboración de la tesis.

Al personal del establo de la Facultad de Agronomía por su com - prensión y apoyo.

Al Ing. Carlos Ibarra Vergara por su compañerismo y amistad.

Al Ing. Raúl Iñiguez Ascencio por su apoyo y amistad.

Al Ing. Guillermo Gómez Flores por su compañerismo y amistad.

A los maestros, compañeros y amigos con quienes conviví en mi estancia en la Facultad.

A quienes de alguna u otra forma me brindaron su amistad y apoyo.

DEDICATORIA,

A MIS PADRES,

José Pérez Plascencia y Guillermina Burgos de Pérez,
Por hacer posible mi superación y mi formación moral,
por su gran apoyo y confianza por todo lo que soy.

A MIS HERMANOS,

Ricardo, Ernesto y Gustavo, por todo su apoyo.

A MIS ABUELOS,

Aurora y Victoriano, por sus consejos.

A MI PRIMO SERGIO,

Con quien compartí toda mi formación académica.

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS,

Quienes de alguna u otra forma siempre me apoyaron.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	
INDICE DE CUADROS	i
INDICE DE GRAFICAS	ii
I. INTRODUCCION.	1
II. OBJETIVOS.	3
III. REVISION DE LITERATURA	4
3.1. Requerimientos de Energía	4
3.1.1. Eficiencia de utilización de la energía.	5
3.1.2. Eficiencia parcial de utilización de la energía.	8
3.1.2.1. Relación energía/proteína.	12
3.1.2.2. Factores hormonales relacionados con la eficiencia parcial de <u>uti</u> lización de la energía.	14
3.2. Consumo de Energía.	16
3.2.1. Digestibilidad de la dieta.	19
3.2.2. Temperatura ambiente.	21
3.3. Causas y efectos de un desequilibrio energético.	23
3.4. Alternativa para aumentar el consumo de energía.	25
3.4.1. Manipulación de la fermentación ruminal.	25
3.5. Utilización de la proteína.	26

	Pág.
3.5.1. Degradación de la proteína en el retículo-rumen.	27
3.5.2. Síntesis de proteína microbiana en el retículo-rumen.	27
3.5.2.1. Influencia del suministro de nitrógeno.	27
3.5.2.2. Influencia del suministro de energía	28
3.5.3. Utilización del nitrógeno no protéico (NNP).	29
3.6. El uso de minerales.	30
3.6.1. Requerimientos de minerales para ganado lechero (NRC, 1982).	30
3.6.1.1. Sal (NaCl).	30
3.6.1.2. Calcio.	30
3.6.1.3. Fósforo.	31
3.6.1.4. Yodo.	32
3.6.1.5. Cobre y Hierro.	32
3.6.1.6. Cobalto.	32
3.6.1.7. Magnesio.	33
3.6.1.8. Potasio.	33
3.6.1.9. Traza.	33
3.7. El uso de las vitaminas (NRC, 1982).	34
3.7.1. Vitamina A y caroteno.	34
3.7.2. Vitamina D.	34
3.7.3. Vitamina E.	35
3.8. Uso de la melaza.	35
3.9. El uso de Probióticos.	36
3.9.1. Definición.	36

	Pág.
3.9.2. Principios microbiológicos de la producción bovina.	36
3.9.2.1. Anatomía y fisiología del rumen.	37
3.9.2.2. Principales metabolitos de la fermentación ruminal.	38
3.9.3. Mecanismo de acción.	39
3.9.3.1. Manipulación de la fermentación ruminal.	40
3.9.3.2. Algunos resultados presentados sobre la fermentación ruminal.	41
3.9.4. Información técnica sobre Yea-Sacc (Cultivo de levaduras).	42
3.9.4.1. Características generales - - (Apligen, 1987).	42
3.9.4.2. Composición del Yea-Sacc.	43
3.9.4.3. Ingredientes del Yea-Sacc.	43
 IV. MATERIALES Y METODOS.	 45
4.1. Localización del experimento.	45
4.2. Tratamientos estudiados.	45
4.3. Diseño experimental.	50
4.4. Desarrollo del experimento.	50
4.5. Variables analizados.	52
 V. RESULTADOS.	 53

	Pág.
VI. CONCLUSIONES,	68
VII. BIBLIOGRAFIA,	69

RESUMEN

En los últimos años el país ha tenido una baja considerable en la producción de leche ésto debido principalmente al constante aumento en los costos de producción, considerando que de éstos aproximadamente el 60% corresponde a la alimentación. Esto ha propiciado que en algunos de los países desarrollados se han dedicado a la investigación en el campo de la Biotecnología aplicada en el área pecuaria. En el caso de la alimentación de rumiantes que por sus características fisiológicas de digestión (fermentación) requieren de la presencia de algunos microorganismos para llevar acabo este proceso. Uno de estos microorganismos son las levaduras, los cuales reciben el nombre de probióticos.

En el presente trabajo se plantea la evaluación de un producto denominado Yea-Sacc, el cual es un cultivo de levaduras del género Saccharomyces cerevisiae conteniendo aproximadamente 7 billones de células/gramo.

Algunos de los efectos que se plantean con el uso de probióticos es el de mejorar el apetito, consumo de materia seca, así como la fermentación ruminal; aumentando la producción de leche y grasa y el aprovechamiento de la fibra cruda, entre otras.

Los objetivos del presente trabajo son el de evaluar el efecto del Yea-Sacc (cultivo de levaduras) en la producción de leche y grasa en ganado Holstein.

En investigaciones recientes hechas por Grive (1987), observó que el suplemento de levaduras incrementa el consumo voluntario de materia seca en los rumiantes.

Estudios hechos por Lyons (1986), han demostrado que el cultivo de levaduras se desarrolla en el rumen, lo que permite una estimula-

ción de la fermentación ruminal al aumentar el pH de 6.2 a 6.4 lo que favorece la producción de ácido acético (precursor de la grasa en la leche), de disminuir los niveles de amoniaco y de metano y además aumentar las condiciones y el número de bacterias celulolíticas lo que permite mayor digestibilidad de la fibra cruda.

El experimento se realizó en el establo de la Facultad de Agronomía, ubicado en el predio Las Agujas en el Mpio. de Zapopan, Jalisco.

Se evaluaron 2 grupos de vacas de la raza Holstein Frisan (A y B), a cada grupo se le suministró 10 gr de probiótico/vaca/día, mezclados en el alimento, durante 2 periodos de 15 días.

Los grupos se constituirán de 6 vacas cada uno. Algunas de las características del grupo A fueron: Promedio de partos de 1.66; Promedio de semanas después del parto a la fecha del inicio del experimento 9.6; y con un promedio de peso de 442 kg.

Las características del grupo B fueron: Promedio de partos 3.1; Promedio de semanas después del parto 11.6 y un peso vivo promedio de 483 kg.

En el experimento se utilizó una ración balanceada en base a ensilaje de maíz, concentrado del 18% de P.C., melaza y minerales.

Se utilizó el diseño experimental "Completamente al azar" con 6 repeticiones además un análisis de regresión y correlación para evaluar la producción de grasa con respecto a la producción de leche. Se corrieron algunas pruebas de t para analizar la producción en los diferentes tratamientos.

El experimento inició el 23/Sep/88, se aisló el grupo (A y B) en un corral de una superficie 525 m²; piso de tierra.

El alimento (dieta integral) se preparó diariamente, pesando todos los ingredientes y retirando y pesando el sobrante.

Las ordeñas se realizaron a las 3:00 A.M. y a las 2:00 P.M. con una ordeñadora neumática lineal. La producción de leche fue medida diariamente en las ordeñas pesándose la leche en forma individual. Para la producción de grasa se tomaron muestras por grupo y cada 48 hrs. en la ordeña de en la tarde. La determinación de grasa en la leche se lleva a cabo en el laboratorio por el método Gerber.

Las variables estudiadas en este trabajo fueron:

Producción de leche
Producción de grasa
Consumo de forraje

Consumo de concentrado
Conversión EM/Lt de leche
Conversión de proteína/Lt
leche

COMPORTAMIENTO DE VACAS LECHERAS ALIMENTADAS CON Y SIN PROBIOTICOS.

	GRUPO A		GRUPO B	
	SIN ¹	CON ²	SIN ²	CON ¹
PRODUCCION \bar{x} DE LECHE (kg)	12.36	11.82	14.70	14.70
PRODUCCION \bar{x} DE GRASA (gr)	407	383	475	493
PORCENTAJE DE GRASA	3.29	3.24	3.23	3.35
CONSUMO DE ALIMENTO \bar{x} /VACA/ DIA (kg)	18.85	21.13	21.13	18.85
CONSUMO DE CONCENTRADO (kg)	7.78	7.69	7.69	7.78
RELACION FORRAJE/CONCENTRADO	60/40	64/36	64/36	60/40
CONSUMO DE MELAZA \bar{x} (kg)	1.90	1.80	1.80	1.90
CONSUMO DE MINERALES \bar{x} (kg)	0.47	0.45	0.45	0.47
CONSUMO \bar{x} DE ED (mcal)	34.8	43.52	43.52	34.8
CONSUMO \bar{x} DE PC (gr)	1707	1906	1906	1707
CONSUMO \bar{x} DE MS (kg)	14.02	17.50	17.50	14.02
RELACION CONCENTRADO/Litro de leche (kg)	0.630	0.650	0.523	0.529

1. Tratamiento del primer periodo.
2. Tratamiento del segundo periodo.

INDICE DE CUADROS.

No. DE CUADRO	DESCRIPCION	PAG.
1	Características de los grupos de estudio	46
2	Necesidades de Mantenimiento	47
3	Análisis Bromatológico de los Ingredientes utilizados	48
4	Análisis de Varianza de la Producción de leche/día.	53
5	Comportamiento de vacas lecheras alimentadas con y sin probióticos.	54
6	Producción de leche en los distintos grupos con y sin probióticos	56
7	Prueba de t en la Producción de leche con y sin probióticos	58
8	Producción de leche en litros tarde y mañana de las diferentes lactancias.	60
9	Pruebas de t para la producción de leche tarde y mañana con y sin probióticos en los diferentes grupos de vacas.	63
10	Correlación de la producción de leche y grasa en los diferentes grupos tratados con y sin probióticos.	64
11	Consumo promedio de ingredientes en kilogramos 1er. período.	65
12	Consumo promedio de ingredientes en kilogramos 2do. período.	66

INDICE DE GRAFICAS

No. DE GRAFICA	DESCRIPCION	PAG.
1	Digestión de la energía bruta en el proceso de utilización.	7
2	Producción promedio/día (kg).	55
3	Producción de leche Lt/día en los diferentes grupos con y sin probióticos.	57
4	Efecto del número de parto en la producción de leche por la tarde y la mañana con y sin probióticos	61
5	Correlación de la producción de leche y grasa en los diferentes grupos tratados con y sin probióticos.	66

I. INTRODUCCION.

En la última década la producción de leche en México ha disminuído en forma considerable debido principalmente a los altos costos de producción y a una inadecuada política hacia esta actividad, lo que ha obligado a la importación de grandes volúmenes de leche en polvo con la respectiva fuga de divisas.

Torres (1983), opina que el rendimiento de leche es el resultado de un combinación de factores, tales como la calidad genética, historial nutricional, estado de lactancia, nivel de alimentación y tipo de la dieta. Anteriormente Broster (1972) había mencionado que el nivel de producción de leche es el resultado de una combinación única de vaca, alimentación, manejo y medio ambiente y subrayó la importancia económica de la alimentación ya que ésta constituye aproximadamente el 60% del costo total de producción. Desde el punto de vista nutricional, la energía y la proteína son los nutrientes que más afectan la producción y que determinan la eficiencia de utilización de los demás nutrientes - - (Clark y Davis 1980).

En años recientes la "Biotecnología" ha sido una de las áreas de investigación en países desarrollados. La aplicación de los resultados de algunas investigaciones en el área pecuaria han incrementado la productividad lechera.:

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y abocándonos directamente en el área pecuaria, uno de los productos generados recientemente son los PROBIOTICOS que no es otra cosa que microorganismos vivos, los cuales fundamentan su acción en facilitar una colonización - en el aparato gastrointestinal y de esta manera impedir el desarrollo - de microorganismos nocivos para el proceso fermentativo (digestión).

Entre los microorganismos benéficos más importantes en el área agropecuaria se encuentran los lactobacilos y las levaduras.

Por lo expresado anteriormente el presente trabajo se basa en la evaluación de un producto denominado Yea-Sacc, el cual es un cultivo de levaduras del género (Saccharomyces cerevisiae, este producto garantiza un contenido aproximado de 7 billones de células/gramo. Estas levaduras son producidas en un medio de cultivo a base de maíz amarillo molido, malta diastática y melazas de caña de azúcar.

Estas levaduras son acondicionadas para mantener una gran actividad y estabilidad durante largos períodos de tiempo. Además contiene enzimas derivadas de extractos secos de fermentación de Aspergillus oryzae y Aspergillus niger.

Algunos de los beneficios esperados por el uso de este producto son mejorar:

- El apetito y consumo de materia seca.
- Fermentación ruminal.
- La producción de leche y grasa.

II. OBJETIVOS.

1. Evaluar el efecto del Yea-Sacc (cultivo de levaduras en la producción de leche de ganado Holstein.
2. Evaluar el efecto del mismo producto en la producción de grasa en la leche.

HIPOTESIS.

La adición de levaduras y bacterias benéficas en el alimento de ganado lechero mejoran:

1. El apetito y el consumo de materia seca.
2. Incrementa la producción de leche y grasa.

III. REVISION DE LITERATURA.

3.1. Requerimientos de energía.

La energía es el nutriente más importante (cualitativa y cuantitativamente) en la alimentación animal, porque participa en todas las funciones, procesos y reacciones bioquímicas. Por ésto, al formular raciones para vacas en lactancia, se requiere mucho más alimento para cubrir las necesidades de energía que de cualquier otro nutriente, representando entonces la mayor parte del costo total de la dieta (Miller, - 1979). Aunque en la alimentación práctica de bovinos de leche se acostumbra suplementar la energía, y otros nutrientes necesarios, para cubrir los requerimientos de mantenimiento y producción (Schmit y Van - - Vleck, 1974), generalmente la cantidad de alimento que una vaca puede consumir es insuficiente para cubrir estos requerimientos al inicio de lactancia, dando como resultado un balance negativo de energía (Miller, 1979).

Broster y Alderman (1977) explican que, de acuerdo a los requerimientos y consumo de energía durante el ciclo de lactancia de una vaca pueden presentarse tres casos: primeramente, al inicio de la lactancia puede existir un bajo consumo de MS y una alta demanda de energía - y, en consecuencia, se manifiesta una pérdida de peso; durante el segundo tercio de la lactancia, puede incrementarse la capacidad de consumo de MS y reducirse el rendimiento de leche, dando como resultado un estado de equilibrio energético y por lo tanto una estabilidad en el peso vivo; finalmente, en el último tercio de la lactancia, continúa la alta capacidad de consumo de MS y la disminución de la producción de leche y por lo tanto, es evidente un balance positivo de energía, que se traduce en incrementos de peso vivo.

En el primer paso en la formulación de una ración es calcular los requerimientos de los diferentes nutrientes. En el caso de los re-

querimientos de energía, éstos pueden ser expresados como Nutrientes Digestibles Totales (NTD), Energía Digestible (ED), Energía Metabolizable (EM), ó Energía Neta (EN) y es así como se encuentran tabulados (NRC, - 1978). Sin embargo, los valores de requerimientos tabulados son solo es timaciones generales y deben ser modificados (o ajustados) según el tipo de manejo y condiciones climáticas, entre otros factores. Asimismo, - el valor energético de los ingredientes o raciones se expresa en los - mismos términos y, en este caso, los valores tabulados están sujetos a un mayor número de modificaciones ya que el valor energético real está influenciado por una serie de factores, tales como la eficiencia parcial de la utilización de la energía, tipo de dieta, estado fisiológico del animal, nivel de consumo y limitaciones propias de los métodos de - estimación.

Flatt et al. (1966) y Moe et al. (1972) encontraron que la - - energía digestible, para funciones de mantenimiento y ganancia de peso, es usada con diferente eficiencia por vacas secas, pero la eficiencia - de la utilización de la energía para mantenimiento y producción de leche es similar cuando la vaca está en lactancia. En relación a esto último, Moe y Tyrrell (1975) han expresado que la energía digestible requerida para producir un Kg de leche, con 4% de grasa y .74 Mcal de ED, - podría ser entre 1.28 y 1.40 Mcal si la eficiencia de utilización de la energía es de 53 a 58%, pero si la eficiencia se incrementa a 61-64%, - la energía requerida podría disminuir a 1.16-1.21 Mcal. Estas variaciones en la eficiencia de utilización de la energía, probablemente debido a los ingredientes utilizados en la ración, forma física de ésta y nivel de consumo, podrían explicar las diferencias entre la producción es perada y la real, al proporcionar una dieta determinada.

3.1.1. Eficiencia de utilización de la energía.

De la energía total consumida en el alimento (EB), una fracción se pierde en las heces, otra en la orina y en gases (principalmente meta

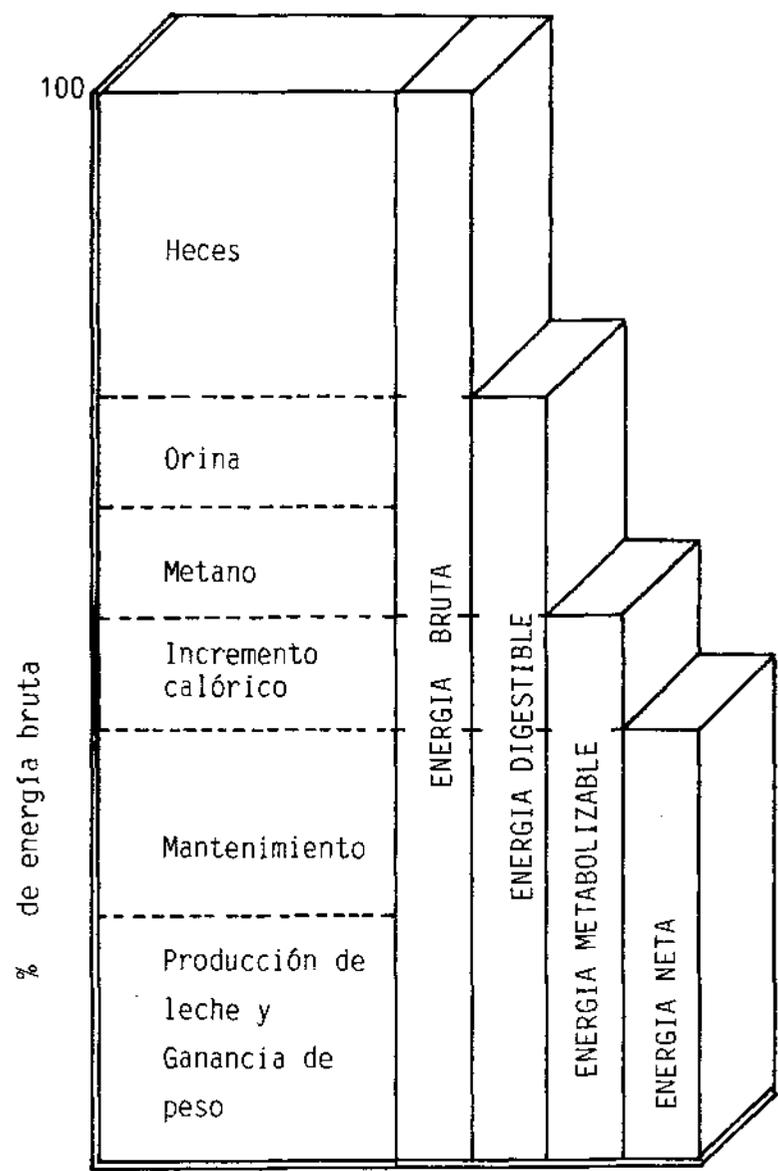
no) y, finalmente, existe una pérdida ocasionada por el metabolismo de los nutrientes absorbidos. El resto de la energía (EN) es la fracción que realmente queda disponible para llevar a cabo las funciones metabólicas de mantenimiento y producción (crecimiento, lactancia, reproducción; Gráfica No. 1).

La eficiencia de utilización de la energía contenida en una dieta está dada por la proporción de ésta que se encuentra disponible para producción y mantenimiento y, por lo tanto, depende de todos aquellos factores relacionados con las pérdidas de energía. De todas las pérdidas de energía, la más importante y variable es la que ocurre en el proceso digestivo, como lo demuestran los resultados de Moe et al. (1972), quienes encontraron que el 86% de la variación en energía neta para producción de leche entre dietas consumidas por vacas en lactancia era atribuible a la concentración de ED en la dieta. Esta pérdida está influenciada significativamente por las características de la dieta (tamaño de partícula, desbalance nutricional) y frecuencia de alimentación pero, probablemente, el nivel de consumo de las vacas altas productoras sea el que tenga el efecto más marcado.

La digestibilidad aparente es ampliamente utilizada como un índice de disponibilidad de la energía del alimento para rumiantes no lactantes, pero si los valores se extrapolan a bovinos en lactancia, se hace una sobreestimación de un 12%, aproximadamente (Tyrrell y Moe, 1975), magnitud que está significativamente influenciada por el contenido de carbohidratos estructurales en las paredes celulares (MacGregor et al., 1983; Tyrrell y Moe, 1975).

Tyrrell y Moe (1972) estudiaron el efecto de la relación forraje/concentrado (70/30, 40/60) en la ración y del nivel de consumo sobre la digestibilidad aparente y observaron que esta declinó de 72 y 75% a 63 y 64%, respectivamente, al aumentar el nivel de consumo a cuatro veces el nivel de mantenimiento lo que significa una disminución de 4.22- y 4.75% por cada aumento en el consumo a mantenimiento y este efecto es

GRAFICA No. 1
DIGESTION DE LA ENERGIA BRUTA EN EL
PROCESO DE UTILIZACION



Fuente; Torres (1983).

mayor en raciones con una mayor proporción de concentrado.

Efectos similares fueron observados por Wheeler et al. (1975), quienes encontraron más almidón en las heces al incrementar la proporción de concentrado en la dieta. Sin embargo, el efecto de nivel de consumo sobre las pérdidas de energía en la orina y metano son opuestas a las de las heces (Tyrrell y Moe, 1972). Según Van Es (1976), estos efectos se deben a que un aumento en la velocidad de paso disminuye la producción de metano e indica que en raciones a base de forraje, con gran tamaño de partícula, el descenso de las pérdidas de la orina y metano son menores. Por esta razón, los forrajes molidos o enteros pueden tener el mismo valor nutritivo y es probable que los valores de EM y EN de la ración sufran menos variaciones en respuesta a un cambio en el nivel de consumo. Sin embargo, por el efecto sobre la energía Digestible se requiere de una mayor concentración de energía en el alimento por kg de leche producida en las vacas altas productoras que en las de bajo nivel de producción (Brown, 1966).

3.1.2. Eficiencia parcial de utilización de la energía.

Del total de energía disponible (EN), parte es usada para mantenimiento y el resto para llevar a cabo las funciones productivas (síntesis de leche y tejido corporal y reproducción). Por mucho tiempo, el problema ha sido determinar la eficiencia con que ocurren cada una de estas funciones metabólicas ya que, en la práctica, nunca suceden en forma independiente. Por esta razón, no ha sido posible hacer una determinación precisa del costo de energía para mantenimiento, síntesis de leche o de tejido corporal (Tyrrell, 1980).

Recientemente, Gonzalez y Fernández (1982), discutieron los factores que afectan la eficiencia parcial de utilización del alimento y analizaron los procedimientos utilizados para su medición. Explicaron que factores propios del animal, tales como, especie, raza, variedad,

estructura corporal y estado fisiológico al igual que los factores del medio ambiente como nutrición y clima, influyen directamente sobre la eficiencia de utilización del alimento e indica que el costo de los nutrientes utilizados para mantenimiento diluye la cantidad de nutrientes disponibles para producción. Señalaron además que la composición de las ganancias de peso es el cuarto factor más importante que se debe considerar para determinar o estimar la eficiencia de utilización del alimento. Por último, indicaron que la mejor manera de estudiar esta eficiencia es usando un análisis de covarianza y regresión, pero opinan que, - aún con este procedimiento, es difícil determinar la eficiencia de utilización del alimento para síntesis de leche debido a los cambios de peso que experimentan las vacas durante su ciclo de lactancia.

Los investigadores británicos (CAB, 1980) definen la eficiencia de la utilización de la energía metabolizable EM, como el incremento en la energía retenida en producto por cada unidad de incremento de EM suplementada. Además, señalan que al estudiar la eficiencia de utilización de la energía para la síntesis de leche, se debe considerar a la vaca cuando está en balance de energía negativo, positivo o en equilibrio ya que sólo así es posible esperar que la eficiencia relativa de la utilización de la energía esté en función del estado de lactancia, - potencial genético, nivel de consumo y características de la ración.

Flatt y Moe (1971) mencionan que al inicio de la lactancia de una vaca, los nutrientes son utilizados para la síntesis de leche y que además, hay movilización de tejido graso corporal para este mismo fin. Al final de la lactancia los nutrientes de esta misma ración, son utilizados preferentemente para ganancia de peso ya que la secreción de leche ha declinado.

Es frecuente observar en un establo que, aún entre vacas alimentadas con la misma ración y cantidad, existen diferencias en producción de leche, lo que parece indicar que el potencial genético podría afectar la eficiencia de utilización del alimento. Broster y Broster - -

(1975), observaron que una vaca, cuyo potencial productivo era de 20 kg de leche/día, secretaba aproximadamente 0.10 kg de leche por cada MJ de EM consumida, cifra significativamente menor que la de una vaca que producí 30 kg de leche/día (0.24 kg de leche/MJ de EM). Estos resultados sugieren que las vacas de más alto rendimiento son capaces de transformar el alimento consumido a leche, en una forma más eficiente que aquellas de menor potencial productivo.

Es posible que al aumentar el consumo de EM, la respuesta de la vaca se manifiesta como una ganancia de peso y un aumento en la secreción de leche. Considerando esta retención de energía en función del consumo de energía metabolizable (EM), se observa que la relación puede ser descrita por una función lineal, sólo cuando se considera la energía total retenida, relación que es útil para explicar los cambios en la eficiencia según la naturaleza de la dieta (Moe y Tyrrell, 1975). En base a esta relación, Van Es et al. (1970; citados por Moe y Tyrrell, 1975), explicaron que la eficiencia media de utilización de la EM para la síntesis de leche es de 60%, cuando la dieta tiene 54.4% de EM de la EB y que la eficiencia cambia en 0.24%, por cada unidad porcentual que aumente o disminuya la EM de la ración. Moe et al. (1972), indican que la eficiencia es de 61 a 64%, cuando el contenido de EM varía de 2 a 3 Mcal/kg MS, y Moe y Tyrrell (1975), sostienen que la ecuación $EN \text{ (Mcal/kg MS)} = -0.36 + 0.677 \text{ ED (Mcal/kg MS)}$ indica que si la ED de una dieta es de 2.4 a 3.4 Mcal de ED/kg MS la eficiencia de utilización esperada es de 53 a 58%. Sin embargo hacen notar que estos valores sólo tienen validez cuando la vaca esta en balance positivo de energía ya que al ir aumentando el consumo de energía metabolizable, la eficiencia real de utilización de la energía para la síntesis de leche disminuye, porque -- una proporción mayor de la energía disponible para producción es utilizada para síntesis de tejido corporal, afirmando que la cantidad de leche producida por unidad de EM declina gradualmente, aunque el balance total de energía por unidad de EM consumida permanezca constante.

Se ha determinado en algunos experimentos que la composición y la forma física de la ración tiene un efecto significativo sobre la eficiencia relativa de utilización de la energía y sobre la composición de la leche (Orskov y McDonald, 1980; Orskov et al., 1969). Estos efectos se han relacionado con las variaciones en los patrones de fermentación, que cambian la proporción relativa de los ácidos grasos volátiles (AGV) en el rumen, principalmente la proporción acético/propiónico (Blaxter, 1964; Orskov y McDonald, 1980). Sin embargo, estos cambios, por sí solos, no parecen explicar completamente estas variaciones, según lo demuestran los resultados de Orskov et al. (1979). Tyrrell et al. (1979) mencionan que la eficiencia relativa de la utilización de los AGV depende del tipo de ración, indicando que para la síntesis de tejido corporal en vacas no lactantes, el ácido acético se utiliza con una eficiencia de 27 y 69%, cuando la ración contuvo 100 y 30% de heno, respectivamente.

Tyrrell y Moe (1972), observaron que la relación forraje/concentrado en la ración afecta la eficiencia de utilización de la energía para la síntesis de leche, porque cambia la relación acético/propiónico que, a su vez, afecta el contenido de grasa en la leche. Encontraron que la eficiencia de utilización de la energía para síntesis de leche fue de 61 y 54%, con raciones en las que la relación forraje/concentrado fue de 70/30 y 40/60, resp.

Moe et al. (1971), por medio de un análisis de regresión múltiple, determinaron la eficiencia parcial de utilización de la EM en vacas que estaban en balance de energía cero, negativo y positivo, encontrando que ésta fue, para síntesis de leche 64.4, 66.1, 63.5%, respectivamente, y para la síntesis de tejido corporal fue 74.7, 0 y 72.6% respectivamente y para mantenimiento fue 122, 128 y 118%, respectivamente. Estas variaciones en la eficiencia de utilización de la EM para mantenimiento explican las diferencias con los valores estimados inicialmente (69 a 70%) para síntesis de leche. Igualmente, en este experimento se determinó que la energía movilizada de tejido graso para síntesis

de leche se usa con una eficiencia del 82.4% Moe (1981), indica que la eficiencia de utilización de la EM para ganancia de peso es más alta en vacas lactantes (75%) que en no lactantes (60%) por lo tanto, la eficiencia de utilización de la energía depositada durante la lactancia siguiente es utilizada para la síntesis de leche, es de 50%, valor mayor que el de la energía depositada durante el período seco (Van Es, 1976).

3.1.2.1. Relación energía/proteína.

La utilización de energía en rumiantes depende de los productos de fermentación microbiana (AGV) en el rumen lo que, a su vez, depende de la actividad microbiana. Para que esta actividad sea máxima, los microorganismos necesitan que exista un determinado balance de energía y nitrógeno, que también asegura un máximo crecimiento de microorganismos, fuente importante de proteína en rumiantes (Hungate, 1966) que, junto con la proteína de alimento que escapa la degradación ruminal, deben cubrir los requerimientos de este nutriente en los animales.

Poos y Bull (1977) mencionan que el contenido de proteína cruda en la dieta, influye sobre el consumo de materia seca y digestibilidad, principalmente en la fibra. Igualmente, Moe y Tyrrell (1977) encontraron un incremento de cuatro unidades porcentuales en la ED, al aumentar el porcentaje de proteína cruda de 14 a 17%, y concluyeron que 17% de proteína cruda (PC) es el nivel adecuado para una óptima utilización de la EM, porque la eficiencia de utilización declinó ligeramente al aumentar a 20% de PC.

También Gordon y Forbes (1970), observaron este efecto al encontrar que la eficiencia de utilización de la energía para la síntesis de leche fue de 63 y 50%, en dietas altas y bajas en proteína, respectivamente. Observaron además, que la partición de la energía también se ve influenciada por el nivel de proteína, determinándose que, por cada incremento en el consumo de energía, hubo una mayor respuesta en el con

tenido de energía en la leche con el nivel más alto de proteína en la dieta. Gordon (1977), indica que la magnitud de la respuesta a un incremento en el porcentaje de proteína cruda (PC), en la dieta, está afectada por el nivel de consumo (kg de concentrado/kg de leche) señalando que mientras mayor sea el nivel de consumo, el incremento de proteína en la dieta da una mayor respuesta. Cuando el contenido de proteína cruda de la dieta es bajo, el consumo voluntario de MS se ve limitado porque la actividad microbiana y, consecuentemente, la hidrólisis y desaparición de la ingesta desde el rumen, es reducida (Forbes, 1970).

Krohn y Anderson (1980), opinan que el efecto del contenido de proteína en la ración sobre la producción de leche, está relacionado con el consumo y balance de energía y con el nivel de producción de la vaca. Indican que una disminución en el consumo de energía, ocasiona un aumento en los requerimientos de proteína por unidad de energía, circunstancia que frecuentemente se presenta al inicio de la lactancia, cuando el consumo de energía es insuficiente para la síntesis de leche y se verifica una movilización de tejido adiposo para este fin.

Paquay et al. (1973). afirman que para lograr una máxima producción de leche, existe una relación N/EM óptima, que varía según el estado de lactancia de la vaca. Los autores indican que la relación óptima (g de N digestible/MJ de EM) es de 2.2, 1.7 y 1.3, durante los tres primeros meses de lactancia, en sexto y séptimo mes y al final de ella (10 meses), respectivamente.

Es importante hacer notar que el efecto del nivel de proteína en la dieta sobre la eficiencia de utilización de la energía es influenciado por el tipo de carbohidratos y proteína presentes en la dieta (McGregor et al., 1983), porque de sus características particulares depende la función principal del rumen y la disponibilidad de proteína para la síntesis de leche.

3.1.2.2. Factores hormonales relacionados con la eficiencia parcial de utilización de la energía.

Existe un consenso unánime entre investigadores en el sentido de que existen diferencias tanto entre como dentro de razas, en la eficiencia parcial de utilización de los nutrientes del alimento para la producción de leche y/o ganancia de peso, e incluso, en una vaca a través de los diferentes estados de lactancia. Por lo tanto, resulta lógico pensar que estas diferencias son de origen genético y probablemente, se deben a diferencias en el balance entre las hormonas responsables de la regulación del metabolismo de energía. Sin embargo, el hecho de considerar solamente la concentración de hormonas circulantes no es suficiente para explicar completamente dichos cambios, razón por la cual también deben considerarse los sitios receptores y las interrelaciones-hormona/hormona y hormona/metabolito (Bines y Hart, 1978). Se ha demostrado que la hormona del crecimiento (GH), tiene una actividad lipolítica (Hart *et al.*, 1979), movilizando tejido adiposo y promoviendo la utilización de la energía del alimento para la síntesis de leche. Se ha observado que en el pico de la lactancia, la concentración de GH en la sangre es más elevada en vacas altas productoras y que dicha concentración desciende a medida que avanza la lactancia. Este fenómeno no se aprecia en las vacas tipo carne, en las cuales la concentración de GH se mantiene relativamente constante durante toda la lactancia. Los cambios en la concentración de GH se han correlacionado positivamente con los cambios en los rendimientos de leche (Hart *et al.*, 1978) y negativamente con los cambios de peso. Igualmente, estos investigadores señalan una correlación positiva entre el nivel de GH y el de los ácidos grasos libres en sangre.

En contraposición, el papel de la insulina en el control del metabolismo es esencialmente anabólico, estimulando la absorción y utilización de glucosa en muchos tejidos periféricos, inhibiendo glucogénesis, disminuyendo la concentración de glucosa libre en el hígado, estimulando la absorción e incorporación de aminoácidos a proteína, inhi-

biendo la proteólisis, estimulando lipogénesis e inhibiendo lipólisis - (Bassett, 1975). Por estos tipos de acción, es probable que desvíe parte de la energía del alimento hacia la síntesis de tejido corporal en detrimento de la producción de leche. Hart et al. (1978), encontraron que en vacas de baja producción, la concentración de insulina en el plasma fue relativamente mayor que en vacas de alto rendimiento durante toda la lactancia, actuando de manera antagónica con GH y exhibiendo una correlación positiva con los cambios de peso.

Bines et al. (1980), mencionan que una inyección de GH en vacas altas productoras aumenta el rendimiento y causa un incremento de GH en la sangre y ligeras variaciones (incrementos) en el nivel de insulina, prolactina y tiroxina. La inyección de GH no alteró el nivel de metabolitos en la sangre, excepto en vacas de carne que mostraron un incremento en el nivel de glucosa. De estos resultados, los autores concluyen que la GH tiene como función principal, incrementar los niveles de metabolitos energéticos para la síntesis de leche.

Hart et al. (1979) estudiaron las interrelaciones entre hormona/hormona y hormona/metabolito en vacas de alta y baja producción de leche en sus diferentes estados de lactancia y encontraron que los cambios en rendimiento de las vacas altas productoras estaban positivamente correlacionados con la relación GH/tirosina, glucosa/tirosina y GH/insulina y negativamente con insulina y tiroxina. Asimismo, se determinó que los cambios de peso corporal se relacionaron positivamente con el nivel de insulina y ácido láctico en la sangre y negativamente con GH. Por último, señalan que los cambios de nivel de GH estaban correlacionado positivamente con los cambios en la concentración de ácidos grasos libres en sangre. De acuerdo a los resultados y a la correlación positiva entre los cambios de rendimiento o rendimiento total de leche con relación GH/tirosina y a la correlación negativa con las ganancias de peso, es probable que las concentraciones relativas de estas dos hormonas sean el mecanismo de regulación más importante en la partición de la energía del alimento para la síntesis de leche y ganancia de peso.

3.2. Consumo de energía.

En la formulación de raciones es muy importante considerar el consumo voluntario, para poder proporcionar la cantidad y proporción de nutrientes que se adecúe a los requerimientos. Lograr que el consumo de materia seca (MS) sea adecuado en una vaca alta productora, en el factor que generalmente impide cubrir sus requerimientos, particularmente el de energía, que es el nutriente más limitante en la ración. Por esta razón es frecuente observar un balance negativo de energía en las primeras semanas de lactancia, mientras que al terminar éstas, es normal que la vaca exhiba un balance positivo de energía, cuando por un consumo excesivo de materia seca en general (Baile et al., 1981; Wangsness y Muller, 1981).

Para mantener un balance de energía adecuado (regulación), - - existen mecanismos físicos y químicos como son el llenado ruminal y el reflejo de hambre y saciedad, que inciden directa o indirectamente sobre el consumo voluntario. Sin embargo, en la práctica es difícil mantener un balance de energía adecuado, debido a la compleja dependencia entre factores relacionados con el animal, alimento y medio ambiente. Específicamente, los factores que más afectan el consumo son el peso vivo de la vaca, tasa de crecimiento, rendimiento de leche, estado de lactancia, algunas características de la ración como forma física (picado, molido, peletizado), digestibilidad y contenido de nutrientes y, aquellos factores de tipo ambiental como manejo, temperatura, humedad y velocidad de viento (Journet y Remond, 1976).

Después del parto, se observa un incremento tanto en la producción de leche como en el consumo de materia seca sin embargo, el incremento en el consumo de MS es menor que el rendimiento de leche. Según Coppock et al., (1974), el máximo consumo de energía se alcanza en el segundo trimestre de lactancia, mientras que el máximo rendimiento de leche ocurre durante el primer trimestre de lactancia. Tendencias similares encontraron Reid et al., (1966), quienes indicaron que el máximo ren

dimiento de energía en la leche ocurrió en la tercera semana postparto- pero el consumo máximo de energía fue a la octava semana. Sin embargo, se debe hacer notar que esta tendencia no es general y que existen vacas excepcionales que son capaces de ingerir una cantidad suficiente de alimento que les permite cubrir sus demandas de energía y que alcanzan el pico máximo de producción y de consumo al mismo tiempo (Reid et al., 1966).

La curva de respuesta del consumo de MS parece indicar que el potencial de rendimiento de la vaca puede influir sobre los cambios de consumo. Broster y Alderman (1977) afirman que un 30-40% de la variación en consumo pueden ser explicados por el rendimiento de leche, lo que sugeriría que el consumo de energía puede estar regulado por los requerimientos. Sin embargo, Coppock et al. (1974) no encontraron una reducción en el consumo al descender el rendimiento de leche y adujeron que estas tendencias están influenciadas por el tipo de dieta. Ellos observaron, utilizando raciones con diferentes proporciones de concentrado/forraje que un incremento en la proporción de concentrado en la ración disminuye el lapso de tiempo requerido para que las vacas alcancen el equilibrio energético, indicando que cuando la relación forraje/concentrado fue 75/25 y 30/70, el equilibrio se alcanzó aproximadamente a las 14 y 6 semanas, respectivamente. Brow et al. (1977) y Marsh et al. (1971) también opinan que las vacas en lactancia incrementan su consumo de energía en respuesta a sus demandas de nutrientes para la síntesis de leche. En la literatura británica (CAB, 1980), se citan algunas evidencias que indican que el consumo de MS después del parto es mayor en vacas de alto rendimiento y que se guarda una relación de 0.2 kg de MS/kg de leche corregida al 4% de grasa, que se alcanza entre 3 y 6 meses después del parto. Además, se indica que los cambios de peso y el peso vivo (Broster, et al., 1978), la composición de la dieta (Bines, 1976) - la densidad calórica y el porcentaje de fibra (Bull et al., 1976; Spahr et al., 1966), son factores que determinan el consumo de materia seca total.

En las explotaciones lecheras, es común que se proporcione el forraje ad libitum y se controle el concentrado de acuerdo al rendimiento de leche. Bajo estas condiciones, McCaffree y Merrill (1968) encontraron que un aumento en la cantidad de concentrado ofrecido, reduce el consumo de forraje en una magnitud que depende de su calidad, ilustrando la importancia de tener en cuenta estas relaciones cuando se trata de variar la relación forraje/concentrado para obtener un máximo consumo de energía y eficiencia en la producción de leche. En diversos experimentos se ha tratado de determinar la relación óptima de forraje a concentrado para lograr un máximo consumo de nutrientes. Por ejemplo, Kesler y Spahr (1964) señalaron que el máximo consumo de nutrientes se obtiene con raciones que contienen entre 50 y 60% de concentrado (en base seca). Brow et al. (1971) afirman que no existe un incremento significativo en la producción de leche si se incrementa la proporción de concentrado en la ración más allá de 60% y que la proporción óptima de concentrado, para un máximo consumo de energía, depende de las características propias del concentrado y el forraje, tal como lo indican los resultados de Nelson et al (1968).

Curran et al. (1970) encontraron que si la densidad calórica de la dieta se incrementa de .52 a .60 Mcal de ED se verificaba un aumento en el consumo de energía, de aproximadamente un 15%, al tercero o cuarto mes de lactancia. Por esto, Bull et al. (1976) opinan que la densidad calórica de la ración (Mcal ED/lit) tiene una aplicación práctica en la formulación de raciones, cuando se desea lograr un máximo consumo de energía. Además, indican que una densidad de .68 Mca ED/lit, es el valor crítico donde convergen los mecanismos físicos y fisiológicos de regulación del consumo y que este valor debe de ser considerado cuando se busca la relación óptima forraje/concentrado.

Bines et al. (1969) observaron que las vacas moderadamente delgadas, consumían más MS que aquellas en mejor condición física. Recientemente, Garnsworthy y Topps (1982) encontraron que las vacas moderadamente delgadas incrementaron su consumo de MS (después del parto) más rápi-

damente que las vacas gordas y, por lo tanto, las discrepancias entre el máximo consumo de energía y el rendimiento de leche fueron relativamente menores en las vacas moderadamente flacas. Esta situación ocasionó que las vacas gordas perdieran más peso y necesitarán de un período más largo para compensar dichas pérdidas y, en consecuencia, las vacas moderadamente delgadas produjeron más leche directamente de los nutrientes del alimento. Bajo estas condiciones, el tipo de dieta ofrecida puede afectar la respuesta del animal ya que, si la relación es baja en concentrado, es decir, de baja densidad calórica (Mcal/ED/litro), pueden intervenir los mecanismos físicos de regulación del consumo de MS y, en este caso, puede ser más eficiente la vaca gorda que la moderadamente flaca.

3.2.1. Digestibilidad de la dieta.

La importancia relativa de los factores físicos y fisiológicos de regulación del consumo voluntario de MS en rumiantes, está relacionada con la digestibilidad de la dieta, tal como lo explican Conrad et al (1964) quienes, al estudiar el consumo de MS en vacas que tenían una producción media de 20 kg de leche/día y que fueron alimentadas con raciones que variaban en digestibilidad de 52 a 80%, observaron que el consumo de MS se incrementó hasta la ración que tuvo 66% de digestibilidad de la MS y que después de este punto, el consumo declinaba. Los investigadores concluyeron que el consumo máximo de materia seca, y por lo tanto también el consumo de energía se alcanza con una ración de dicha digestibilidad y añaden que si la digestibilidad es inferior a 66%, los factores de regulación del consumo de MS, son principalmente de tipo físicos y los mecanismos fisiológicos empiezan a funcionar cuando la digestibilidad excede dicho valor.

Baile y Forbes (1974) mencionan que, en la regulación del consumo por factores físicos (capacidad de llenado del tracto gastrointestinal), la actividad ruminal juega un papel central porque afecta la ta

sa de digestión y la velocidad de paso de la ingesta. Por lo tanto, todo factor que esté relacionado con la actividad ruminal afectará indirectamente el consumo voluntario de energía, tales como: tamaño de partícula, frecuencia de alimentación, calidad del forraje, nivel de proteína cruda en la dieta y otros factores de manejo (Van Soest, 1982; Baumgart, 1970).

Bines (1976) señala que al reducir el tamaño de partícula, se incrementa la tasa de recambio y el consumo de MS. Sin embargo, también se reduce el tiempo disponible para la degradación de la fibra en el rumen y, si el forraje utilizado es alto en fibra, el resultado final será una menor producción de acético y mayor de propiónico en el fluido ruminal. Balch (1976; citado por Wangsness Muller, 1981) concluyen que el efecto de la reducción del tamaño de partícula es aumentar la velocidad de paso y consumo de materia seca, pero puede ser de poca o ninguna importancia en ganancia neta de energía para el animal, a menos que también se incremente la tasa de hidrólisis de la fibra.

La actividad de las bacterias celulolíticas adquieren importancia cuando se incrementa la relación forraje/concentrado en la ración y, como se mencionó en su oportunidad, dicha actividad depende de un nivel adecuado de nitrógeno en la dieta y se manifiesta como un incremento principalmente en el consumo voluntario de materia orgánica (Wohlt y Clark, 1978; Kwan, 1977). Cowan *et al.* (1981), estudiaron el efecto del nivel de PC y de la relación forraje/concentrado (60/40 y 40/60), sobre la producción de leche al inicio de la lactancia, indicando que existe un efecto positivo de la PC que se detecta como un incremento en el consumo de MS y digestibilidad de la ración, pero que la magnitud de la respuesta está determinada por la relación forraje/concentrado y que es inversamente proporcional a la calidad del forraje (heno).

Kaufmann (1976) observó que un aumento en la frecuencia de alimentación mejoró la eficiencia de utilización de la dieta, efecto que fue atribuido a un incremento en el consumo de MS y que el pH ruminal se mantuvo casi constante, al igual que la actividad de las bacterias

celulolíticas (y probablemente la síntesis de proteína microbiana). Según estos resultados, la regulación de la actividad microbiana en el rumen tendría como objetivo lograr una mayor tasa de digestión (y/o fermentación) para acelerar la velocidad de paso de la ingesta por el rumen y así obtener una mayor ingestión. Además, se debe recordar que la ingestión de energía de raciones de baja digestibilidad está relacionada con la capacidad abdominal, que depende del tamaño de la vaca, del estado de desarrollo del feto y de la cantidad de grasa depositada dentro de la cavidad abdominal (Broster et al., 1978).

Tanto el inicio como el cese de comer, son actos regulados por el hipotálamo desde los núcleos ventromedial (saciedad) y lateral (apetito). La existencia de estos núcleos ventromedial, sin embargo, no aclara la duda de como los factores físicos y fisiológicos regulan el consumo voluntario de MS en los rumiantes, especialmente en las vacas altas productoras. Recientemente Baile et al. (1981) revisaron la literatura existente acerca de los mecanismos de control del consumo voluntario en rumiantes y señalaron que factores de tipo sensorial, gastrointestinal, humoral, concentración de metabolitos y hormonas en la sangre, ambiental (temperatura), pueden intervenir en dicha regulación.

3.2.2. Temperatura ambiente.

La respuesta del animal a fluctuaciones de la temperatura ambiente (termoregulación) tiene como objetivo principal mantener un balance constante entre las ganancias y las pérdidas de calor. El estudio de esta respuesta es importante porque afecta la eficiencia productiva pero se ha demostrado que el efecto general es mínimo si la temperatura ambiental se mantiene dentro de ciertos límites mínimo y máximo (zona de termoneutralidad). La magnitud de estos límites dependen de la raza, estado fisiológico del animal, adaptación y edad del animal, entre otros (Fuquay, 1981).

Cuando los bovinos de leche son expuestos a temperaturas ambientales fuera de los límites de su zona de termoneutralidad, se ven forzados a modificar su metabolismo para mantener su temperatura corporal. Se ha observado que cuando esta situación se presenta, disminuye el rendimiento de leche, siendo más drástico el efecto de temperaturas altas (26°C) que el de las bajas. También se ha indicado que la respuesta al stress térmico se manifiesta en cambios metabólicos y energía y proteínas, balance hídrico y ácido base y estado endocrino) y puede llegar a presentarse alcalosis respiratoria, cetosis y acidosis ruminal (Collier et al. 1982).

Román (1982) en un experimento realizado en cámaras climáticas y diseñado para determinar la eficiencia de utilización de la energía digestible para la producción de leche, encontró que a 21°C, la eficiencia fue de 60% y que disminuyó a 40% después de siete días a 32°C, y a 31% después de 14 días a esta última temperatura. Calculó que, en promedio, la digestibilidad de la energía disminuyó en un 16% a 32°C, pero la reducción en la producción de leche fue de 22%.

En contraposición, una baja temperatura ambiental estimula el apetito ocasionando un mayor consumo de energía (siempre que no existan limitantes físicas) pero se afecta la eficiencia de utilización de la energía para la producción porque también se aumentan los requerimientos de energía para mantenimiento. Generalmente, no se reduce la producción de leche, porque los mayores requerimientos se ven compensados por un mayor consumo de energía (Young, 1981). Collier et al. (1982) manifiestan que muchas de las respuestas fisiológicas del animal al stress térmico son estrategias para mantener su homeotermia. De esta manera, la reducción del consumo de MS en ambientes cálidos, es una respuesta para evitar las ganancias de más calor pero, como resultado se tiene no sólo un menor consumo de energía metabolizable sino que también de otros nutrientes, a menos que se incremente su densidad en la ración proporcionada. Esto último deja entrever la posibilidad de que, mediante estrategias de alimentación y manejo, sea posible hacer que una vaca pue-

da expresar su potencial genético de producción de leche bajo condiciones climáticas adversas.

La composición de la ración es otro factor predisponente del efecto de la temperatura. Por ejemplo, los resultados obtenidos por Leighton y Rupe (1956) demuestran que al proporcionar dietas altas en fibra a vacas en lactancia, se reduce la producción de leche y se incrementa la tasa de respiración y la temperatura rectal. También se menciona que dietas altas en energía (suplementadas con aceite y/o grasa, a pesar de que no se ha demostrado que tengan un efecto significativo más allá de la temperatura ambiente, pueden aumentar la disponibilidad de energía metabolizable para la producción de leche al incrementar la densidad calórica de la dieta y, de esta forma, poder compensar el efecto de reducción en el consumo de energía (Vohnout y Bateman, 1972; Moody et al., 1967; McDowell et al., 1969).

También se ha mencionado (Gengler et al., 1970; Kelley et al., 1967) que una alta temperatura ambiente cambia los patrones de fermentación en el rumen y que este cambio no es debido a la reducción en el consumo de MS, ni al aumento en el consumo de agua sino que se atribuye a un efecto directo sobre la población y actividad de la flora microbiana. Otros cambios asociados con el stress térmico son: la disminución (tanto en frecuencia como en amplitud) de las contracciones ruminales (Attebery y Johnson, 1969); cambios endocrinos (Thatcher, 1974), reducción del peso al nacer de los terneros y cambios endocrinos antes del parto, que pueden afectar el rendimiento de leche en la siguiente lactancia (Collier et al., 1982).

3.3. Causas y efectos de un desequilibrio energético.

Durante la lactancia de una vaca, es común que se presenten desequilibrios entre las demandas y el consumo de energía aunque frecuentemente se intente evitarlo (principalmente al inicio de la lactancia)-

dando una gran cantidad de concentrado. Por esta razón, en las vacas de una granja se pueden presentar deficiencias o excesos en el consumo de energía y, en consecuencia, es posible detectar diversos trastornos metabólicos, tales como cetosis, síndrome de las vacas gordas, desplazamiento del abomaso, acidosis ruminal y el síndrome de la leche con bajo contenido de grasa. El caso típico de una deficiencia de energía se presenta en vacas de alta producción, inmediatamente después del parto y que reciben raciones a base de forrajes de mala calidad y suplementadas con poco concentrado. El caso de un exceso de energía se presenta cuando se suplementa una gran cantidad de concentrado al final de la lactancia y los animales tienen libre acceso a un forraje de buena calidad (Broster et al., 1978; Miller, 1979).

La cetosis es un trastorno metabólico que se presenta en vacas altas productoras, cuando están en balance negativo de energía (entre 2 -7 semanas después del parto) y es cuando por una insuficiente suplementación de carbohidratos que ocasiona un descenso en la concentración de glucosa en la sangre y de glucógeno e intermediarios glucogénicos en el hígado. Como resultado se presenta una hipoglucemia e hipercetonemia (altos niveles de cuerpos cetónicos en la sangre), acompañada de cambios endócrinos y una alta tasa de lipólisis. Los signos de cetosis pueden ser clínicos o subclínicos, manifestándose principalmente a través de la pérdida de peso y reducción en la producción de leche y, en los más graves pérdida del apetito, principalmente rechazando el concentrado (Baird, 1982).

El ácido nicotínico puede ser de utilidad en el tratamiento de cetosis bovina, porque disminuye la lipólisis, aumenta la cantidad de glucosa e insulina circulante en la sangre y también aumenta la producción de leche (Frank y Schutz, 1979). Desde el punto de vista aplicado, resulta más conveniente considerar la prevención de este trastorno metabólico, ya que frecuentemente se presenta en forma subclínica, permaneciendo indetectable pero afectando significativamente la producción de leche. Por otro lado, cuando se presentan los cuadros clínicos, nunca -

se alcanza el máximo potencial productivo de la vaca, aún cuando se corrija el trastorno. Es posible reducir la incidencia de cetosis siguiendo las recomendaciones nutricionales y de manejo propuestas por Baird et al. (1974) y Hibbitt (1979).

El síndrome de las vacas gordas es frecuente en las granjas donde se dan grandes cantidades de concentrado y ensilado de buena calidad o heno ad libitum al inicio de la lactancia y se continúa dando la misma cantidad de concentrado después de haber pasado la etapa de máxima producción y, en algunos casos, hasta llegar al período seco. Este mal manejo alimenticio causa un consumo excesivo de energía y una obesidad de la vaca al llegar al parto. Una vaca en estas condiciones es más susceptible a cetosis, desplazamiento del abomaso, retención de placenta, metritis y otras enfermedades infecciosas como mastitis y salmonelosis (Emery et al., 1969; Morrow, 1976).

El desplazamiento del abomaso es una dilatación acompañada de acumulación de gas en el órgano mencionado, como resultado de la inhibición de su motilidad a causa de una alta proporción de concentrado en la ración proporcionada antes y después del parto (Coppock, 1974; Breukink y de Reyter, 1976). Coppock et al. (1972) determinaron la incidencia de desplazamiento del abomaso en función de la proporción relativa de forraje y concentrado (75/25, 60/40, 45/55 y 30/70) en la ración proporcionada a las vacas y encontraron que la incidencia de este trastorno fue mayor cuando el concentrado representaba más del 50% de la materia seca consumida.

3.4. Alternativa para aumentar el consumo de energía.

3.4.1. Manipulación de la fermentación ruminal.

La eficiencia de utilización de la energía en ruminantes está -

determinada por el balance entre los productos finales de la fermentación (acético, propiónico, butírico, metano y CO₂) que, a su vez, depende del tipo de microorganismos presentes en el rumen (Russell y Hespell, 1981). La existencia de diferencias en la producción y utilización del hidrógeno y otros metabolitos; en la eficiencia de la fermentación de hexosas a acético, propiónico y butírico (62, 109 y 78%, respectivamente); en las pérdidas de energía contenida en estos productos, hace pensar que la utilización de la energía metabolizable pueda incrementarse aumentando la producción de propiónico a expensas de una menor producción de acético y butírico e inhibiendo la metanogénesis (Orskov, 1975). De las observaciones anteriores se pensó que manipulando la fermentación ruminal (por medio de agentes químicos) se podría maximizar la producción animal pero, Chalupa (1977) concluyó, al revisar este tema, que la respuesta puede variar con la naturaleza de la dieta y funciones fisiológicas del animal.

El control del pH, como una forma de manipular la fermentación ruminal, se ha estudiado en experimentos in vivo e in vitro, (Esdalle y Satter, 1972) y los resultados indican que si el pH se mantiene entre 6.2 y 6.8, la producción de ácidos grasos volátiles no cambia pero, si disminuyen 5.6, se afecta marcadamente la producción de AGV, disminución consecuente en la proporción de ácido acético. Por lo tanto, es posible manipular la fermentación ruminal regulando el pH, utilizando aditivos (como bicarbonato) que ayudan a mantener el pH dentro de los límites señalados, especialmente cuando se proporcionan raciones altas en concentrados.

3.5. Utilización de la proteína.

Según Mepham (1976), la síntesis de proteína de la leche depende de la cantidad y la composición de aminoácidos disponibles en la glándula mamaria. Aún cuando ocasionalmente se ha reportado una relación entre el contenido de proteína y el de grasa de la leche, desde el

punto de vista de la fisiología de la nutrición la síntesis de estos componentes no está relacionada. A diferencia de los animales monogástricos, la fermentación en el reticulorum desempeña un papel decisivo en los rumiantes para el suministro de precursores de la leche.

3.5.1. Degradación de la proteína en el retículo-rumen.

No todos los aminoácidos suministrados al rumiante en la dieta alcanzan el intestino para ser absorbidos; una parte de la proteína de los alimentos se degrada en el reticulorum, donde se produce principalmente amoníaco, además de otros productos tales como péptidos y aminoácidos, purinas y pirimidinas (Kaufmann, 1977).

Algunos resultados obtenidos con vacas y ovejas con cánulas duodenales reentrantes o cánulas abomasales (Armstrong, 1976; Hagemester *et al.*, 1976) han demostrado que el nivel de degradación de la proteína varía del 60 al 80%, lo que significa que solamente entre el 20 y 40% de la proteína del alimento alcanza el intestino. Existen algunos factores que ejercen cierta influencia en la degradación de la proteína como son: la velocidad de pasaje (y por lo tanto el nivel de alimento consumido) (Hemsley, 1975; Harrison *et al.*, 1976), la proporción de forraje a concentrado (Isahaque *et al.*, 1971; Mc Meniman *et al.*, 1976) - (La relación C₂:C₃ en el rumen) y, probablemente, el contenido de grasa de la ración (Knight *et al.*, 1978). La influencia de estos factores especiales aún no se ha esclarecido pero esto no significa que no se pueda aceptar un 70% como valor promedio de degradación de proteínas.

3.5.2. Síntesis de proteína microbiana en el retículo-rumen.

3.5.2.1. Influencia del suministro de nitrógeno.

La cantidad de proteína microbiana sintetizada en el rumen depende del suministro de N. Los requerimientos de este elemento para la síntesis de proteína bacteriana se satisfacen en gran parte con NH_3 - - (Borchers, 1967; Pilgrim et al., 1970; Mathison y Milligan, 1971). Puede considerarse entonces que el suministro de NH_3 en raciones normales es el factor determinante en lo que se refiere a los requerimientos de nitrógeno de las bacterias. Fundamentándose la importancia de que en - las investigaciones en que se estudie la relación entre la concentra- - ción de amoníaco en el rumen y la síntesis de proteína bacteriana por - medio de las técnicas in vitro e in vivo. Algunos resultados obtenidos por (Henderickx y Martin, 1963; Henderson et al., 1969; Allison, 1970), indican que existe un incremento en la síntesis de proteína concentra- - ciones de amoníaco de 0.5 a 4 mM/l de líquido ruminal. Otros resultados obtenidos por la técnica in vivo arrojan valores similares, con un in- - tervalo de 3 a 5 mM/l de líquido ruminal (Merhrez et al., 1977 Slyter - et al., 1973).

Según Roffler y Satter (1975) una concentración de proteína - cruda de 10-13% es equivalente a una concentración de 4 a 5 mM/l de lí- - quido ruminal.

3.5.2.2. Influencia del suministro de energía.

Mientras que el suministro de N para la flora ruminal, por encima de un límite relativamente bajo, no tiene influencia sobre la sín- - tesis de proteína microbiana, pero es completamente diferente la situa- - ción en el caso del suministro de energía (Walker y Nador, 1970).

Las relaciones entre la energía fermentable (ATP) y el creci- - miento microbiano se expresan como g de N microbiano por Kg de materia- - orgánica aparentemente digerible. El promedio de los valores publicados hasta la fecha es de 30 g de N por kg de materia orgánica digerible en- - el retículo-rumen. Estos valores promedio parecen ser válidos en condi-

ciones normales, dado que existe una variación considerable en la síntesis microbiana sólo cuando la alimentación es extremadamente anormal (Harrison et al., 1976).

Algunas técnicas de alimentación (por ejemplo, aumento de la frecuencia de alimentación) puede dar como resultado mayores tasas de síntesis (Reichl y Baldwin, 1971; Al Attar et al., 1976).

3.5.3. Utilización del nitrógeno no protéico (NNP).

Sobre la utilización del NNP podemos concluir lo siguiente: 1. El NNP sólo puede ser utilizado como fuente de N por la flora del rumen. 2. En consecuencia, el NNP puede emplearse solamente cuando el suministro de nitrógeno para flora ruminal es insuficiente. Este caso se tiene cuando:

- a) Hay menos de 5 ml/l de líquido ruminal;
- b) El contenido de PC es menor al 13%, o
- c) La relación de PCD a unidades almidón en la ración es mayor de 1:7.

3. Sin embargo, si en las raciones con bajo contenido protéico, donde la relación PCD a unidades de almidón es mayor que 1:7; o donde el contenido de PC es menor al 13% (pero se suministra suficiente energía), la deficiencia de proteína puede ser cubierta por NNP (Sharma et al., 1969; Hume, 1970; Orskov et al., 1971; Owens et al., 1973; Kaufmann y Hagemester, 1975).

De lo expresado anteriormente Kaufmann (1975) concluye que el reemplazo de la proteína de la dieta por NNP:

- Tiene un uso limitado (con menos del 13% de PC o con una relación de PCD a unidades almidón mayor 1:7), lo que significa que se puede dar a vacas con un bajo nivel de producción, y
- conduce a un suministro menor de proteína, aproximadamente -

de un 30%, en comparación con el aporte de proteína de la dieta.

3.6. El uso de minerales.

Los elementos minerales requeridos por el ganado lechero son sodio, cloro, calcio, fósforo, yodo, cobre, hierro, cobalto, magnesio, potasio, manganeso, zinc, azufre, fluor, molibdeno y selenio. En el cuerpo del animal se encuentran otros minerales, pero no se ha establecido su necesidad. Se requieren en grandes cantidades calcio, fósforo, potasio, sodio y cloro, pero los llamados minerales traza también son importantes para mantener la función corporal apropiada (Church, 1975).

3.6.1. Requerimientos de minerales para ganado lechero (NRC, 1982).

3.6.1.1. Sal (NaCl).

Se requiere sal en raciones diarias del ganado lechero en la proporción de 4 a 6 g por 100 kg de peso corporal para mantenimiento, más 1.5 a 1.8 g/kg de producción diaria de leche. Los requerimientos de sal para vacas lactantes varían de 50 a 100 gr o más por día, según el tamaño del cuerpo y el nivel de producción. Los primeros síntomas de deficiencia suelen ser ansia de ella, que demuestran lamiendo la ropa u otros objetos y un apetito por orina de otras vacas y por la tierra. -- Síntomas posteriores, generalmente después de varios meses de una dieta deficiente son inapetencia, secreción láctea disminuida y aspecto débil.

3.6.1.2. Calcio.

El calcio ha sido reconocido como un requerimiento de nutrien-

te crítico del ganado lechero. La leche contiene grandes cantidades de este elemento y es un constituyente importante del hueso y de otros tejidos y líquidos corporales. Las recomendaciones actuales para las vacas lactantes son 15 a 25 g de calcio por vaca/día para satisfacer los requerimientos de mantenimiento, más 2.5 a 3 g de calcio por kg de leche producida. Así, los requerimientos diarios de calcio varían de 50 a 125 g por día. En vacas lactantes maduras las raciones deficientes en calcio durante períodos prolongados causan depleción de las reservas de calcio y fósforo del hueso, lo que produce huesos frágiles que se fracturan con facilidad. Finalmente, también se reduce la producción de leche; pero no disminuye el contenido de calcio de la leche.

Los forrajes de leguminosas son excelentes fuentes de calcio, y ganado lechero que consume grandes cantidades de estos forrajes necesita poco o ningún calcio adicional. No obstante, cuando los forrajes de la ración son pastos o principalmente ensilaje de maíz, el calcio proporcionado por estos ingredientes de ración natural no es suficiente para satisfacer los requerimientos por lo que debe darse calcio suplementario. La paresia de las vacas paridas (fiebre de la leche) se debe a un trastorno del metabolismo del calcio que se manifiesta con una notoria caída del contenido de éste en el suero sanguíneo.

3.6.1.3. Fósforo.

El ganado lechero necesita cantidades relativamente grandes de fósforo, porque es un importante componente del esqueleto y de la leche. Los requerimientos de fósforo del ganado lechero son algo menores que los de calcio; una razón de 1.0 partes de fósforo a 1.3 a 1.4 partes de calcio es aceptable. Los requerimientos de fósforo diario de vacas lactantes es de 11 a 21 g de fósforo/día para mantenimiento más 1.7 a 2.4 g/kg de leche producida. Los síntomas de deficiencia en animales maduros pueden ser no tan pronunciados, porque los animales recurren a su reserva durante algunas semanas antes de mostrar algún signo externo. El ganado lechero que sufre una deficiencia tal tiene a menudo demasia-

do apetito muestra ansia de madera, cortezas de árboles, huesos, pelos y otro material extraño; puede haber también celos irregulares, anestro y bajos porcentajes de concepción. Internamente, los huesos pierden parte de su calcio y fósforo, y se vuelven más frágiles, fracturándose fácilmente.

3.6.1.4. Yodo.

El yodo es un componente de la hormona tiroxina, que controla la intensidad metabólica. Está en pequeñas cantidades en la leche. No se ha establecido la cantidad precisa que requiere el ganado lechero. La deficiencia de yodo produce aumento de tamaño de la glándula tiroidea, padecimiento comúnmente conocido como bocio, en los terneros al nacer. El suministro de sal yodada proporciona yodo suficiente para prevenir deficiencias.

3.6.1.5. Cobre y Hierro.

El cuerpo necesita cobre y hierro para la formación de hemoglobina de la sangre, y la deficiencia de estos elementos en el pienso ocasiona anemia nutricional. La anemia se puede evitar proporcionando piensos ricos en fibra.

3.6.1.6. Cobalto.

Los animales afectados con deficiencia de cobalto perderán su apetito, mostrarán desmedro y emaciación, y tendrán apedido depravado. El cobalto es esencial en la producción de vitamina B₁₂ por las bacterias del rumen. Cuando hay tal deficiencia debe agregarse una sal de cobalto a la ración, en vez de inyectar al animal.

3.6.1.7. Magnesio.

El cuerpo del animal contiene 0.05% de magnesio, del que 60% es almacenado en el esqueleto. Los requerimientos diarios mínimos son de aproximadamente 0.9-1.3 g/día por 100 kg. de peso corporal en terneros. Para las vacas se requieren 2.0 a 2.5 g/día para mantenimiento más 0.12 g por kg de leche producida. La tetania del pasto llamada a veces tetania hipomagnésica, es resultado de deficiencia de magnesio. Los síntomas son contracción cutánea, marcha inestable, inclinación del animal hacia un lado con las patas extendidas y contraídas alternativamente, boca espumosa salivación profusa.

3.6.1.8. Potasio.

El potasio actúa manteniendo el equilibrio ácido-básico, y la presión osmótica en los líquidos intracelulares, el equilibrio de electrolitos, y ayuda a controlar la excitabilidad muscular y nerviosa en el cuerpo del animal. Es secretado también en la leche. Una aproximación en el requerimiento mínimo de potasio en vacas de gran lactación es del 1.0% de la MS de la ración.

3.6.1.9. Minerales traza.

Los demás minerales se requieren en cantidades muy pequeñas. El pienso normal de la vaca lechera suele contener cantidades suficientes de estos elementos para satisfacer las necesidades del animal. Sin embargo, a medida que suben los niveles de producción de leche y cambia la composición de los piensos, se observan cada vez más deficiencias. Para solucionar este problema se agrega a la ración total una mezcla de minerales traza o una sal que los contenga sobre una base libre de elección.

3.7. El uso de las vitaminas (NRC, 1982).

Las vitaminas desempeñan una función importante en la nutrición animal. Estos compuestos orgánicos afectan profundamente a la producción al aumentar la eficiencia en la producción y enfermedades nutricionales. El ganado lechero necesita las mismas vitaminas que otros animales; no obstante en condiciones normales sus piensos proporcionan las vitaminas o pueden ser sintetizadas en el cuerpo del animal. Las vitaminas B y la vitamina K son sintetizadas en el rumen, mientras que la vitamina C lo es en los tejidos orgánicos. En la ración sólo deben proporcionarse las vitaminas A, D y E.

3.7.1. Vitamina A y caroteno.

El caroteno es el precursor de la vitamina A. La vitamina es necesaria para una reproducción apropiada; influye en la síntesis de ciertas hormonas, desempeña una función específica en la síntesis de proteína y forma parte del pigmento visual del ojo. Las vacas necesitan para mantenimiento 10 a 11 mg de caroteno o de 4,000 a 5,000 U.I. de vitamina A, por cada 100 kg de peso corporal. Duplicar dicha cantidad satisface los requerimientos mínimos para mantenimiento, gestación y lactación.

Los síntomas de deficiencia de vitamina A son ceguera nocturna, degeneración de la mucosa del tracto respiratorio, boca, ojos, tracto intestinal, uretra y vagina. En vacas es usual que haya períodos de gestación acortados y alta frecuencia de placenta retenida.

3.7.2. Vitamina D.

La deficiencia de vitamina D origina bajos niveles de calcio y fósforo en sangre, crecimiento reducido, huesos deformados y débiles, y apetito deprimido. Las vacas maduras tienen un requerimiento diario de -

1000 U.I. por 100 kg de peso corporal. La Vitamina D en exceso es tóxica, provocando calcificación excesiva. Los forrajes y ensilajes verdes son pobres en vitamina D, la luz solar, y otras luces que contienen rayos ultravioletas, transforman la provitamina D, ergosterol y compuestos relacionados en vitamina D.

3.7.3. Vitamina E.

La vitamina E es necesaria para la buena reproducción de ciertas especies animales, pero en la vaca lechera no hay deficiencia. Los piensos comunes contienen un amplio suministro de esta vitamina. Se desconocen los requerimientos para vacas lecheras.

3.8. Uso de la melaza.

La melaza, subproducto de la industria azucarera, se usó por primera vez, como alimento animal en el año de 1850 y demostró sus diferentes usos en distintas especies presentando grandes ventajas, ha sido tradicionalmente usada para proveer los azúcares necesarios para acelerar el proceso de fermentación en los ensilajes (Warnik 1969). Elías, Preston, Willis y Sutherland (1968) en Cuba, lograron crear un sistema de alimentación en ganado bovino de carne, el cual del 70 al 80% de la energía metabolizada (E.M.) fué aportado por melaza.

Como suplemento en pastoreo, en épocas de lluvias, Henke, Work y Burt (1940) Roux y Rodríguez (1971) no encontraron efectos en los incrementos de peso en novillos, atribuyéndose ésto en su mayor parte a la cantidad de fibra en los pastos utilizados. Sin embargo al suplementar a los animales en pastoreo con melaza en épocas de sequía aumenta considerablemente obteniéndose buenos aumentos de peso (Jones, Hall y Neall, 1941, Carrera, Muñoz y Solares 1968, Graham 1967, Martin, Preston y Elías 1968, Roux y Parada 1969, Roux y Rodríguez 1971).

La suplementación de melaza con urea al ganado bovino en pastoreo en pastos tropicales, ha reportado buenos beneficios en los aumentos diarios de peso, sin embargo no se han reportado deficiencias significativas en los aumentos de peso utilizando diferentes pastos, siempre y cuando éstos sean de buena calidad Martin y Col. (1968); Roux y Rodríguez (1971).

3.9. El uso de Probióticos.

3.9.1. Definición.

Es aquel que favorece a la vida y contribuye al balance microbiano intestinal. (Jaques, 1984).

Los probióticos son cultivos microbiales vivos que se ofrecen en la alimentación del ganado. Son especies de bacterias que producen principalmente ácido láctico, éstas se aíslan del intestino de los animales sanos y normales. Este concepto se fundamenta en facilitar una colonización en el aparato gastrointestinal de los animales por medio de microorganismos nocivos para el proceso fermentativo en cuestión, (digestión, ensilaje) lo que lo hace más eficiente. Entre los microorganismos benéficos más importantes en el área agropecuaria se encuentran los lactobacilos y las levaduras.

Las levaduras han sido reconocidas desde hace muchos años como un ingrediente importante en la alimentación animal, pero los avances recientes en la Biotecnología han permitido su utilización en forma viva, lo cual aporta innumerables beneficios en operaciones de explotación animal, particularmente en lo que respecta a la modificación positiva de las fermentaciones ruminales.

3.9.2. Principios microbiológicos de la producción bovina.

3.9.2.1. Anatomía y fisiología del rumen.

El rumiante es un tipo de animal que puede consumir alimentos indigeribles para el hombre, tales como la celulosa y nitrógeno no proteico, y convertirlos en aptos para el hombre (carne y leche), gracias a los microorganismos que simbióticamente viven en el rumen herbario. Se caracteriza por tener el tracto digestivo anterior al duodeno dividido en varios compartimentos; a) rumen; b) retículo; c) omaso; d) abomaso.

El rumen y el retículo sirven como cavidad de fermentación intermitente; el omaso como cavidad de absorción de agua y nutrientes hidrosolubles; y el abomaso como cavidad para la digestión péptica. (Pérez, - - 1976).

El rumen está revestido por un epitelio en el que se desarrollan las papilas, las cuales aumentan la superficie de contacto para la absorción de metabolitos. Para el desarrollo normal de las papilas, es necesario que el animal ingiera sustancias de rápida fermentación, como son el pasto y los concentrados (alimentos balanceados).

La dieta que se suministra al animal determinará que organismos se hallarán presentes y en que proporción. Existen alrededor de 10^6 protozoarios/g de contenido ruminal y 10^{10} bacterias/g. Estos microorganismos viven en simbiosis como un huésped y también entre ellos mismos. El rumen se considera como una cámara de fermentación en la cual la población microbiana se encuentra en un medio de cultivo (Pérez, 1976). De acuerdo con Annison (1966), las condiciones en que se encuentra el rumen son:

1. Temperatura de 38 a 40°C.
2. Sistema anaerobio muy reductor, la atmósfera está compuesta de CO_2 , CH_4 , N_2 y H_2 .
3. La ingestión de alimentos provee regularmente el sustrato a los microorganismos.

4. Los productos finales del metabolismo de los microorganismos se remueve continuamente, por lo que no se llegan a acumular ni llegan a inhibir la acción enzimática.
5. El contenido del rumen se regula por el paso de intervalos de partículas alimenticias de tamaño reducido a microorganismos hacia el omaso, a través del orificio retículo-omasal,
6. Para mantener el volumen líquido, el pH y la composición iónica, los rumiantes escretan gran cantidad de saliva (50 a 80 lt. diarios), la cual es rica en bicarbonato y otros iones. El principal factor para mantener el pH es la absorción de los ácidos grasos volátiles producidos durante la fermentación.

3.9.2.2. Principales metabolitos de la fermentación ruminal.

Los ácidos acético, propiónico, butírico, valérico e isovalérico, que provienen de la fermentación ruminal, son los que satisfacen las necesidades energéticas del animal (80%). (Pérez, 1976).

El metabolismo de los carbohidratos en los rumiantes muestra diferencias notables en comparación en los animales monogástricos. Tan sólo pequeñas cantidades de carbohidratos son absorbidas como tales en el tubo digestivo de los rumiantes, ya que la mayoría de los carbohidratos son fermentados en el rumen y generan los ácidos acético, propiónico y butírico, en relación molar aproximada en 70:20:10 (Rodhes, R.A., y Orton W.L., 1974).

PRODUCCION DE ACIDO ACETICO. El ácido acético predomina en las mezclas de los ácidos volátiles que se encuentran en el rumen, independientemente del tipo de alimentación, y es el producto final más abundante en la utilización de los carbohidratos por microorganismos del rumen.

El mecanismo de fermentación de carbohidratos fue demostrado por Elsdén (1952) y consta de los siguientes pasos:

Degradación del polisacárido en glucosa, por transformación enzimática en glucosa -6-fosfato, desdoblamiento en piruvato, el cual da lugar a acetato y dos moléculas de CO₂.

PRODUCCION DE ACIDO PROPIONICO. En la producción de ácido propiónico por microorganismos del rumen (Hohns, 1966), demostró que se formaban propionatos a partir de lactatos por un mecanismo de fijación de CO₂, en la gluconeogénesis, el oxaloacetato se transforma sucesivamente en malato, fumarato y succinato. La secuencia de la ruta de la fermentación propiónica se parece a la del ciclo de Krebs pero llevada a cabo en condiciones anaerobias.

PRODUCCION DE ACIDO BUTIRICO. El origen del butírico y los ácidos grasos superiores en el rumen, fue estudiado por Ladd (1957) quien incubó D₁, lactato marcado con C₁₄ con el contenido del rumen.

3.9.3. Mecanismo de acción.

Se han sugerido diferentes mecanismos de acción de los probióticos a base de microorganismos acidificantes y levaduras:

1. Cambio en la flora bacteriana y reducción de microorganismos patógenos (E. Colli).
2. Producción de ácido láctico, con lo que se reduce el pH en el sistema digestivo animal, (en el caso de lactobacilos).
3. Adhesión y/o colonización por los microorganismos benéficos-seleccionados del sistema digestivo animal.
4. Prevención por los microorganismos de la síntesis de toxinas.
5. Producción de antibióticos.
6. Fuente de nutrientes indispensables: aminoácidos, vitaminas-

oligoelementos.

7. En caso específico de levaduras, estas células tienen propiedades absorbentes, lo que las convierte en una fuente de nutrientes y además actúan como amortiguadores de pH.
8. Las levaduras proporcionan condiciones de una mayor anaerobiosis, lo que estimula el desarrollo de microorganismos anaeróbicos estrictos.
9. Paralelamente, las levaduras actúan como saborizantes naturales, lo que incrementa el consumo por parte del animal. (Manual técnico Apligén, 1987).

En lo que respecta a rumiantes, éstos constituyen un ejemplo único de la relación simbiótica entre una población microbiana y el animal-huésped.

En general, la actividad microbiana del rumen está en función de las condiciones de anaerobiosis del rumen y del flujo restrictivo de nutrientes en el mismo. Por otro lado, dicha actividad microbiana no siempre provee el máximo de nutrientes asimilables por el animal. En consecuencia de esto, se han utilizado diversas técnicas para modificar los procesos metabólicos en el rumen a fin de aumentar la eficiencia en la producción. Algunas de estas técnicas pretenden reducir la actividad de las bacterias metanogénicas estimulando con ello la formación de ácidos-grasos volátiles (K.A. Dawson, 1981).

3.9.3.1. Manipulación de la fermentación ruminal.

Algunos investigadores han observado que la suplementación de levaduras incrementa el consumo voluntario de materia seca por los animales rumiantes (Grive, 1987), Adams et al., 1981; Phillips y Vontungeln, 1985; Fallon y Harte, 1987). En la adición ha evidencia que la suplementación de levaduras aumenta la digestión de proteína cruda y hemicelulosa (Wiedmeir y Arambel, 1985; Fallon y Harte, 1987) e incrementa el tiempo de paso del líquido (Adams et al., 1981) en el rumen. Pocos estudios-

han examinado los efectos de las levaduras en los patrones de fermentación ruminal. Ingledew y Jones (1982) reportaron incrementos en la concentración de etanol cuando las células de levaduras vivas se adicionaron al fluido del rumen con glucosa como sustrato. Wiedmeir y Arambel (1985) indicaron que la suplementación de levaduras incrementa la concentración o la cantidad de celulosa degradable por bacterias en el rumen e incrementa relativamente la concentración de acetato producido en el rumen. Adams et al., (1981) fue incapaz de demostrar un efecto significativo del cultivo de levaduras en la fermentación del rumen pero como único significado del incremento del pH ruminal, y la proporción relativa de propionato y el decremento en acetato, butirato y amoníaco por la suplementación de levaduras. Algunos estudios sobre la suplementación del cultivo de levaduras han producido inconscientemente algunos resultados contradictorios. Esta probabilidad de reflejar diferencias tiene su base en las diferentes dietas y tipos de levaduras usadas en los suplementos. Hay algunas críticas no por los estudios de evaluación de los efectos de la suplementación de levaduras, sino por los procesos digestivos bajo condiciones normales.

3.9.3.2. Algunos resultados presentados sobre la fermentación ruminal.

Estudios hechos por Lyons (1986), han demostrado que el cultivo de levaduras (Yea-Sacc) se desarrolla en el rumen, lo que permite una estimulación de la fermentación ruminal a través de aumenta el pH de 6.2 a 6.4, lo que favorece la producción de acetato (precursor de la grasa de la leche), de disminuir los niveles de amoníaco y de metano y además aumentar las condiciones y el número de bacterias celulolíticas lo que permite una mayor digestibilidad de la fibra. Algunos resultados sobre el efecto del Yea-Sacc en las fermentaciones presentados por Dawson (1987), son los siguientes:

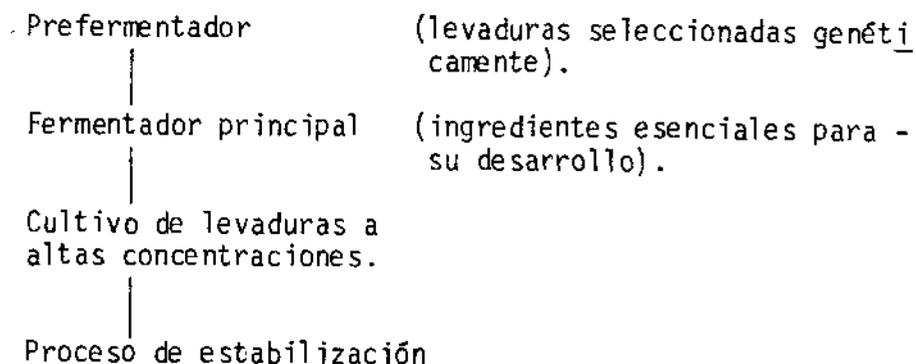
	<u>CONTROL</u>	<u>YEA-SACC</u> <u>1g/kg</u>
Bacterias anaeróbicas (10^{10} células/ml)	1.3	7.3
Bacterias celulolíticas (10^{10} células/ml)	0.8	1.6
pH	6.12	6.33
Concentración de amoníaco (mg/dl)	26.7	17.8

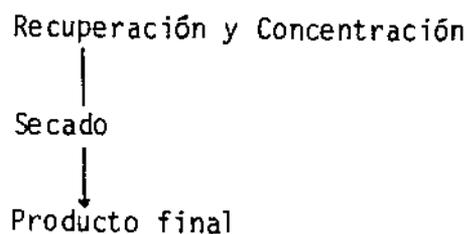
3.9.4. Información técnica sobre Yea-Sacc (Cultivo de levaduras).

3.9.4.1. Características generales (Apligen, 1987).

El Yea-Sacc es un producto denominado cultivo de levaduras. Este término significa, de acuerdo a la definición de la American Association of Feed Control Officials (AAFCO) que es una levadura seca, que retiene su poder fermentativo y además contiene el medio de cultivo en el cual fue desarrollada. Genéricamente un producto que contenga microorganismos benéficos se denomina PROBIOTICO. El Yea-Sacc contiene aproximadamente de 7-10 billones de células/gramo.

El proceso de elaboración del producto es el siguiente:





3.9.4.2. Composición del Yea-Sacc.

Análisis garantizado (Apligen, 1987).

		%
Proteína cruda	min.	24
Grasa	min.	9
Fibra	max.	14
Ceniza	max.	8

Microorganismos

Levaduras	células gramo
-Saccharomyces cerevisiae	7 billones

Enzimas derivadas de la fermentación

- Aspergillus orizas
- Aspergillus niger

3.9.4.3. Ingredientes del Yea-Sacc.

Las levaduras viables contenidas en Yea-Sacc son producidas en un medio de cultivo a base de maíz amarillo molido, malta diastática y melaza de caña de azúcar.

Las levaduras son acondicionadas para mantener una gran actividad y estabilidad durante largos períodos de tiempo. Además contiene enzimas derivadas de extractos secos de fermentación de Aspergillus orizae y Aspergillus niger.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

IV. MATERIALES Y METODOS.

4.1. Localización del experimento.

El experimento se desarrolló en el establo de la Facultad de - - Agronomía, ubicado en el predio Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal., con una latitud 20°14' Norte y 103°20' longitud Oeste. A una altitud de 1500 m.s.n.m. con una temperatura de 30°C como máxima y una mínima de 3.5°C - con una media de 18°C.

4.2. Tratamientos estudiados.

Se evaluaron 2 grupos de vacas de la raza Holstein Freisan (A y B), a los cuales se les suministrarán 10 gr de Probióticos (YEA-SACC), - mezclados en el alimento, durante dos períodos de 15 días, intercambiando los grupos. El acomodo fue el siguiente:

PERIODO 1.GRUPO A

No. de vacas 6
 Probiótico 0
 Dieta integral (libre acceso).
 No. de días 15

GRUPO B

No. de vacas 6
 Probiótico 10 gr/vaca/día
 Dieta integral (libre acceso).
 No. de días 15

PERIODO 2.GRUPO B

No. de vacas 6
 Probiótico 0
 Dieta integral (libre acceso).
 No. de días 15

GRUPO A

No. de vacas 6
 Probiótico 10 gr/vaca/día
 Dieta integral (libre acceso).
 No. de días 15

Algunas de las características de los grupos en estudio son las siguientes:

CUADRO No. 1

No. DE VACA	FECHA DE PARTO	NO. DE PARTOS	SEMANAS DESPUES DEL PARTO 1	PESO INICIAL (Kg)
<u>GRUPO A</u>				
149	5-06-88	3	15	505
222	28-08-88	1	3	349
164	4-08-88	3	7	433
217	5-07-88	1	11	491
212	10-08-88	1	6	425
215	3-06-88	1	16	450
	PROMEDIO	1.66	9.6	442
<u>GRUPO B</u>				
150	5-06-88	3	7	400
165	10-06-88	3	15	431
202	16-08-88	2	5	458
70	16-06-88	5	14	625
206	26-07-88	2	8	462
157	28-04-88	3	21	524
	PROMEDIO	3.1	11.6	483

1) Tiempo transcurrido a la fecha del inicio del experimento.

En base al promedio de peso inicial de ambos grupos de 442 y 483

kg de peso vivo, se balanceó una ración tomando como base un peso de 500 kg, estimando una producción de 15 lt de leche con un contenido de grasa de 3.5%.

CUADRO No. 2.

NECESIDADES DE MANTENIMIENTO.

PESO DEL ANIMAL (Kg)	MATERIA SECA (Kg)	PROTEINAS		ENERGIA		TND (Kg)
		TOTAL (g)	DIGESTIBLE (g)	EN (mcal)	ED (mcal)	
500	6.5	638	300	9.0	16.3	3.7

NECESIDADES DE PRODUCCION.

1 litro con 3.5% grasa	74	48	0.69	1.34	0.305
15 litros con 3.5% grasa	1110	720	10.35	20.10	4.575
TOTAL	1748	1020	19.35	36.40	8.275

CUADRO No. 3.

ANALISIS BROMATOLOGICO DE LOS INGREDIENTES UTILIZADOS.

	FORRAJE DE MAIZ (VERDE)		CONCENTRADO	MELAZA
MATERIA SECA %	31		87	75
HUMEDAD %	69	BASE SECA	13	
PROTEINA CRUDA %	2.4	7.7	17.17	4.3
GRASA CRUDA %	0.9	3.0	2.6	
CENIZAS TOTALES %	2.1	6.8	6.7	
FIBRA CRUDA %	6.6	21.4	7.4	
E.L.N. %	19.0	61.1	52.6	
T.N.D. %	30.02	96.95	83.55	91
E.N. mcal/kg	0.34	2.81	2.32	1.91

ANALISIS DE LA PREMEZCLA MINERAL (Ganafos)

Ingredientes: Fosfato monocalcico, Minerales, Cloruro de Sodio, Bentonita.

Fósforo	11% min.	Hierro	0.190% min.
Calcio	9.4% max.	Cobre	0.014% min.
Cloro	24.28% max.	Zinc	0.335% min.
Sodio	15.72% max.	Cobalto	0.001% min.
Manganeso	0.595% min.	Iodo	0.010% min.

Con la información anterior se formuló la siguiente RACION OFRE-
CIDA PARA 24 Hrs. (DIETA INTEGRAL/Vaca).

FORMULA No. 1.

%	Kg	INGREDIENTES	M.S. %	PIENSO SECO (Kg)	ED (mcal)	PC(g)
70.43	25	Forraje	31	7.75	21.77	596
22.54	8	Concentrado	87	6.96	16.14	1231
5.63	2	Melaza	75	1.5	2.86	64
1.40	0.5	P. Mineral		0.5		
100	35.5	TOTAL		16.71	40.77	1891

La relación forraje/concentrado es 68:32.

Se hizo una modificación a la fórmula número 1; por tener bastantes sobrantes en la ración suministrada diariamente y se proporcionó la siguiente ración:

FORMULA No. 2.

%	Kg	INGREDIENTES	M.S. %	PIENSO SECO (Kg)	ED (mcal)	PC(g)
66.50	20.85	Forraje	31	6.46	18.15	497
25.52	8.0	Concentrado	87	6.96	16.14	1231
6.38	2.0	Melaza	75	1.5	2.86	64
1.60	0.5	P. Mineral				
100.0	31.35	TOTAL		15.42	37.15	1792

La relación forraje/Concentrado es 62:38.

4.3. Diseño Experimental.

Se utilizó el diseño "Completamente al Azar" con 6 repeticiones en donde el modelo matemático fue el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

en donde:

Y_{ij} = Variable dependiente

u = Media general

T_i = Efecto del tratamiento iesimo

E_{ij} = Error experimental

Además se utilizó el análisis de regresión y correlación para analizar la producción de grasa con respecto a la producción de leche; la producción de leche con respecto al consumo de M.S.; consumo de proteína; consumo de energía; consumo de probióticos.

4.4. Desarrollo del experimento.

El experimento se inició el 23/Sep./88, aislando los dos grupos de vacas (A y B) en un corral con las siguientes características: Una superficie de $15 \times 35 = 525 \text{ m}^2$; el corral contaba con un comedero metálico con las dimensiones de $0.90 \times 0.35 \times 5.0 \text{ m.}$, el cual tenía 14 compartimientos, y una pila para el agua de $1.20 \times 4.50 \times 0.50$ con una capacidad de 2.7 m^3 . El piso del corral es de tierra.

El alimento (Dieta integral) se preparaba a diario utilizando una báscula "REVUELTA" para pesar todos los ingredientes, los cuales eran mezclados a pala y suministrados directamente en el comedero. Cabe hacer una aclaración del total de concentrado destinado para cada vaca, solamente 3 kg eran mezclados en la ración ya que los 5 kg restantes se

dividían en dos partes y se suministraban en el momento de la ordeña, a donde se adicionaba el probiótico.

Las ordeñas se realizaron, a las 3:00 A.M. y a las 2:00 P.M., efectuándose con una ordeñadora neumática lineal, con presión al vacío de 60 lb. para 3 máquinas.

Las vacas fueron pesadas al inicio del experimento, y al finalizar el mismo en una báscula "REVUELTA" con capacidad de 1 500 kg. Las pesadas se llevaron a cabo a las 11:00 A.M.

El grupo A en el primer período no se le suministró el probiótico, el grupo B fue dosificado con el producto durante 15 días consecutivos, la dosificación de 10 gr por vaca al día fue suministrada por vía oral mezclada en el concentrado ofrecido en la ordeña de la tarde. El probiótico fue pesado en una balanza analítica. Después de 15 días el 8 de Octubre de 1988, se intercambiaron los grupos, al A se le empezó a suministrar el probiótico y al grupo B se le dejó de dar, también por un período de 15 días.

La producción de leche fue medida individualmente en cada ordeña, la medición se hizo mediante una báscula con capacidad de 50 kg. Se tomaron muestras de leche, por grupo cada tercer día, se obtenían después de mezclar la leche total obtenida de cada grupo, se determinó el porcentaje de grasa contenida en la leche, basándose en el método Gerber, el cual se describe a continuación:

MATERIAL	REACTIVOS
6 Butirómetros (Gerber)	Acido Sulfúrico (90%)
6 Tapones para butirómetro	Alcohol Isoamílico (puro)
1 Centrífuga	
1 Dosificador (10 ml)	
1 Pipeta (11 ml)	

MATERIAL

- 1 Equipo Baño María
- 1 Franela o guante

El procedimiento de la técnica es el siguiente:

1. Vertir 10 ml de ácido sulfúrico en el butirómetro.
2. Agregar 11 ml de leche (homogenizar antes la muestra).
3. Añadir 1 ml de alcohol isoamílico.
4. Tapar los butirómetros.
5. Envolver con la franela o el guante el butirómetro y agitarlo.
6. Después poner a centrifugar de 3 a 5 minutos a 1000-1200 RPM.
7. Poner los butirómetros en baño maría durante 4 ó 5 min.
8. Se procede a leer directamente el % de grasa.

Las muestras de leche se tomaron en la ordeña de en la tarde. El experimento se concluyó el 23 de Octubre de 1988.

4.5. Variables analizados.

1. Producción de leche.
2. Producción de grasa.
3. Consumo de forraje.
4. Consumo de concentrado.
5. Conversión EM/lit de leche.
6. Conversión proteína/lit de leche.

V. RESULTADOS.

En el análisis de varianza de la producción de leche tenemos que el efecto entre los tratamientos es de $F_c > F_t$, por lo que rechazamos la hipótesis, indicándonos que existe diferencia entre los tratamientos en factores A, B y AB, existiendo para los grupos diferencia estadística - ($P < 0.01$).

Para el efecto de probióticos la $F_c < F_t$ teniendo los valores numéricos de $3.35 < 4.0$ respectivamente y en la interacción de los grupos y el tratamiento con probióticos se tiene $3.24 F_c < 4.0 F_t$, lo que nos está indicando que no existió diferencia en la producción usando o no probióticos, además de no encontrar efectos de interacción entre los grupos y los probióticos.

CUADRO No. 4.

ANALISIS DE VARIANZA DE LA PRODUCCION DE LECHE/DIA.

		S.C.	C.M.	Fc	Ft
TRATAMIENTOS	3	104.17	34.72	105.21	2.76
GRUPOS A	1	101.99	101.99	309.06	4.0
PROBIOTICOS B	1	1.107	1.107	3.35	4.0
AB	1	1.07	1.07	3.24	4.0
ERROR	56	19.07	0.33		
TOTAL	59	123.24			

$$F_c < F_t \Rightarrow a_1$$

$105.25 > 2.76 \neq$ Los tratamientos
 $309.06 > 4.0 \neq$ Grupos

$$3.35 < 4.0 \Rightarrow a_1$$

$$F_c > F_t \Rightarrow a_2$$

$$3.24 < 4.0 \Rightarrow a_1$$

CUADRO No. 5.

COMPORTAMIENTO DE VACAS LECHERAS ALIMENTADAS CON Y SIN PROBIOTICOS.

	GRUPO A		GRUPO B	
	SIN ¹	CON ²	SIN ²	CON ¹
PRODUCCION \bar{x} DE LECHE (kg)	12.36	11.82	14.70	14.70
PRODUCCION \bar{x} DE GRASA (gr)	407	383	475	493
PORCENTAJE DE GRASA	3.29	3.24	3.23	3.35
CONSUMO DE ALIMENTO \bar{x} /VACA/ DIA (kg)	18.85	21.13	21.13	18.85
CONSUMO DE CONCENTRADO (kg)	7.78	7.69	7.69	7.78
RELACION FORRAJE/CONCENTRADO	60/40	64/36	64/36	60/40
CONSUMO DE MELAZA \bar{x} (kg)	1.90	1.80	1.80	1.90
CONSUMO DE MINERALES \bar{x} (kg)	0.47	0.45	0.45	0.47
CONSUMO \bar{x} DE ED (mcal)	34.8	43.52	43.52	34.8
CONSUMO \bar{x} DE PC (gr)	1707	1906	1906	1707
CONSUMO \bar{x} DE MS (kg)	14.02	17.50	17.50	14.02
RELACION CONCENTRADO/Litro de Leche (kg)	0.630	0.650	0.523	0.529

1. Tratamiento del primer período.

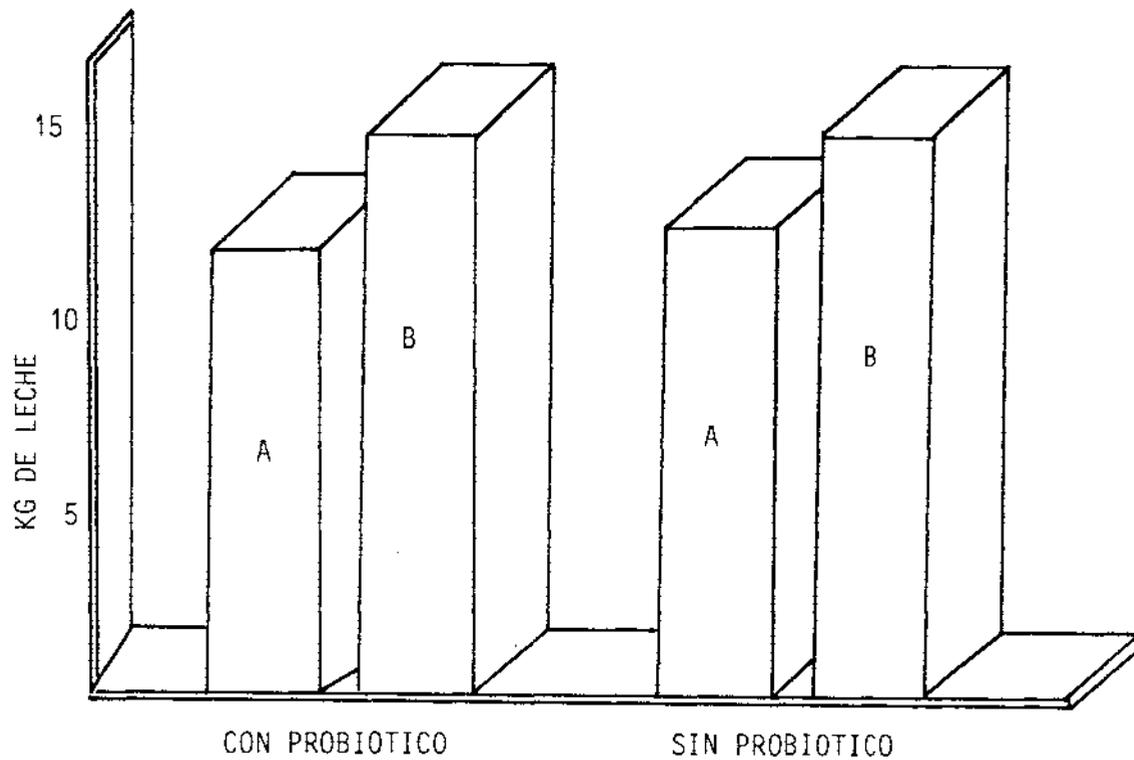
2. Tratamiento del segundo período.

En el cuadro anterior se presenta un resumen de los resultados de las principales variables estudiadas sobresaliendo la producción del grupo A sin y con probióticos de 12.36 y 11.82 lts. por día vs el grupo B de 14.70 lts/día con y sin probióticos.

En el Cuadro No. 6 y en las Gráficas No. 2 y 3 se presentan los resultados de la producción promedio de leche por vaca/día, en los distintos grupos con y sin probióticos, para el grupo A sin probióticos -

fue de 12.36 lts. y con probióticos fue de 11.82 lts., mientras que el grupo B los resultados fueron 14.70 lts. con y sin probióticos, la variación que se presentó por día fué mínima, aunque los grupos con probióticos presentaron menos variación (5.58 vs 5.64%). Mientras que cuando no consumieron probióticos fueron de 6.39 vs 4.89%.

GRAFICA No. 2
PRODUCCION \bar{X} /DIA (Kg)



GRUPO	CON	SIN
A	11.82	12.36
B	14.70	14.70



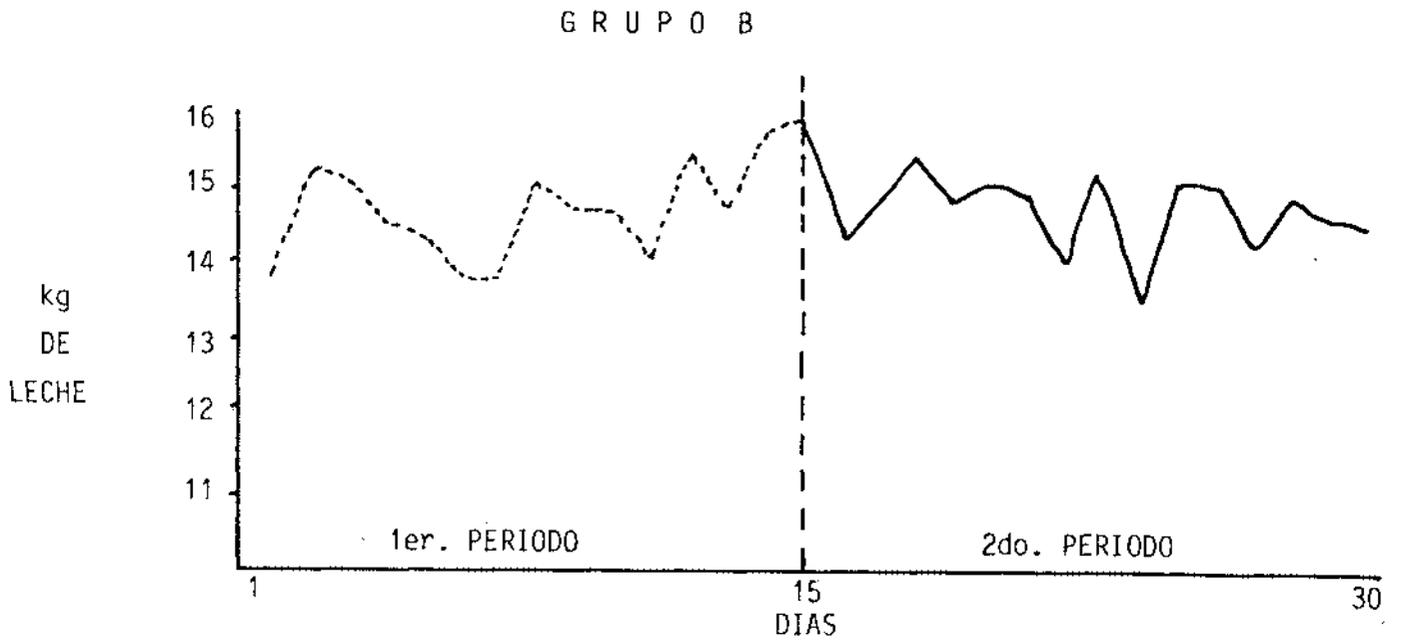
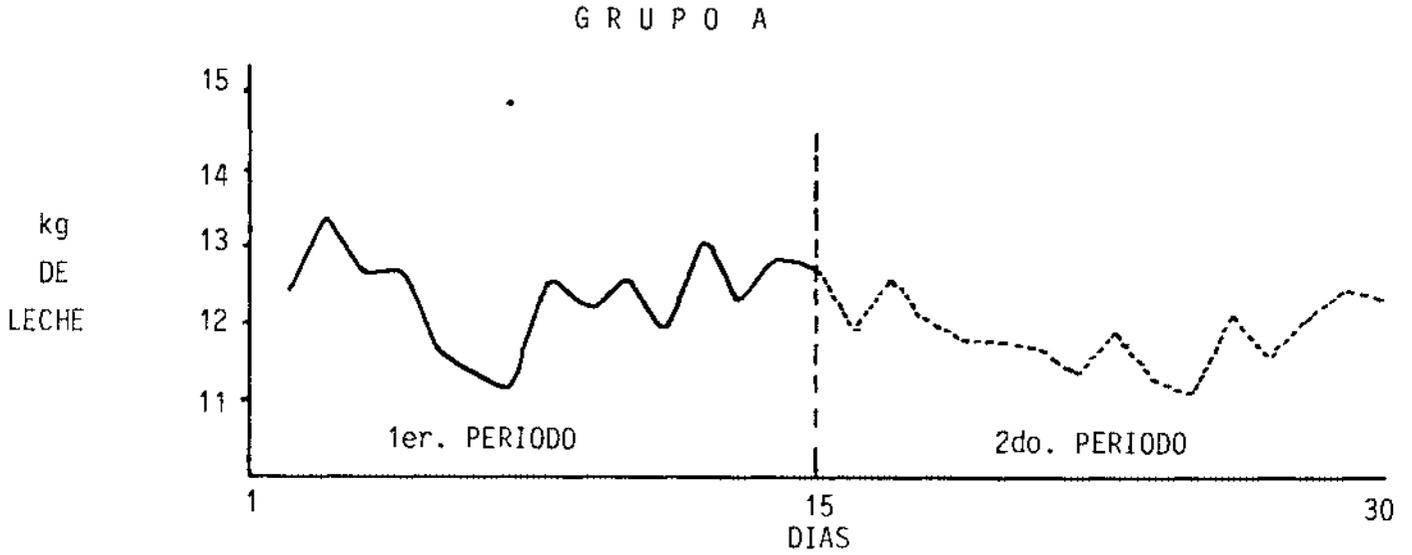
ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

CUADRO No. 6.

PRODUCCION DE LECHE EN LOS DISTINTOS GRUPOS CON Y SIN PROBIOTICOS.

DIA	GRUPO A		GRUPO B	
	SIN PROBIOTICO	CON PROBIOTICO	SIN PROBIOTICO	CON PROBIOTICO
1	12.37	11.89	14.31	31.81
2	13.40	12.59	14.77	15.21
3	12.64	11.93	15.46	15.08
4	12.63	11.73	14.81	14.48
5	11.69	11.78	15.11	14.32
6	11.38	11.68	14.98	13.74
7	11.08	11.28	13.99	13.76
8	12.61	11.81	15.29	15.07
9	12.17	11.23	13.48	14.65
10	12.61	11.05	15.11	14.69
11	11.88	12.14	14.85	14.64
12	13.11	11.51	14.26	15.41
13	12.28	12.04	14.85	14.84
14	12.88	12.44	14.62	15.73
15	12.74	12.29	14.51	15.91
x	185.47	177.39	220.58	220.51
\bar{x}	12.36	11.82	14.70	14.70
s	0.79	0.66	0.72	0.83
C.V.	6.39%	5.58%	4.89%	5.64%

GRAFICA No. 3
 PRODUCCION DE LECHE Lts/día EN LOS
 DISTINTOS GRUPOS CON Y SIN PROBIOTICOS



--- CON PROBIOTICOS

— SIN PROBIOTICOS

CUADRO No. 7.

PRUEBA DE T EN LA PRODUCCION DE LECHE CON Y SIN PROBIOTICOS.

NO. VACA	SIN PROBIOTICOS		CON PROBIOTICOS	
	PROMEDIO	Sd	PROMEDIO	Sd
149	15.85	1.08	15.44	0.85
222	10.52	1.02	10.28	0.77
164	9.25	0.57	8.26	0.64
217	11.54	0.54	10.40	0.70
212	14.37	0.74	13.60	0.79
215	12.66	0.65	12.74	0.68
150	12.66	0.80	13.08	0.60
165	12.71	0.73	13.10	0.78
202	16.74	0.69	16.72	0.64
70	14.78	1.53	15.82	2.07
206	18.26	1.43	16.81	0.81
157	13.10	1.36	12.70	1.08
	\bar{x} 13.53	0.92	13.24	0.86

$$t_c < t_t \Rightarrow a_1$$

$$t_c > t_t \Rightarrow a_2$$

$$t_c = 0.283 < t_{(0.05)} = 2.074$$

La prueba de t a que fué sometida la producción por vaca, cuando fueron éstas alimentadas con y sin probióticos se obtuvieron los promedios de producción siguientes, para el tratamiento sin de 13.53 vs 13.24 con y una Sd de 0.92 y 0.86 respectivamente, la prueba de t arrojó los siguientes resultados $t_c < t_t$ por lo que se acepta la hipótesis.

En el Cuadro No. 8 y la Gráfica No. 4 podemos observar que existe un efecto en el número de partos, en el grupo de vacas de segundo parto la producción resultó relativamente mayor que las de primer parto, esto es normal considerando que éstas últimas aún no completan su desarrollo corporal lo que hace que se tenga una desviación del aprovechamiento de los alimentos consumidos. Aunque se puede disminuir este efecto realizando una ración especial para animales de esta condición. El segundo grupo también nos muestra un ligero aumento en el promedio de producción con respecto a vacas de tercer parto esto tiene una razón la cual se explica por el tiempo promedio que se encontraban en el momento en que se efectuó el experimento. Para las vacas de dos partos se tiene un promedio de 6.5 semanas, las cuales las encontramos en etapa de incremento, para el grupo de vacas de tres partos su promedio fue de 13 semanas, lo cual las ubica en la etapa de descenso. Para el grupo de vacas de 5 partos sólo tenemos una vaca, por lo que no podemos realizar comparaciones un poco más precisas pero podemos observar que la producción promedio por día fue superior al promedio de las vacas de 1er y 3er parto.

Los resultados presentados sobre el efecto de la hora de ordeño no es significativo, y resulta normal si tomamos en cuenta el intervalo entre ordeñas que fué de 13 hrs. para la ordeña de en la mañana y 11 hrs para la de en la tarde.

Encontramos en este cuadro que no existe diferencia significativa entre los animales tratados con probióticos.

Los resultados obtenidos en la prueba de t, sobre el efecto que pudieran tener los probióticos en las diferentes ordeñas y entre los diferentes grupos, son los siguientes: para el grupo A en la tarde "sin" se tuvo un promedio de producción de 5.65 lts de leche vs 5.45 "con" para el mismo grupo en el mismo horario de ordeña, teniendo una $S=0.120$ y una prueba de t con los siguientes resultados $t_c 1.66$ $t_t(.05)^2.048$ por lo que se acepta la hipótesis. Para el mismo grupo A en la ordeña de en la mañana se obtuvieron los siguientes resultados, una producción prome-

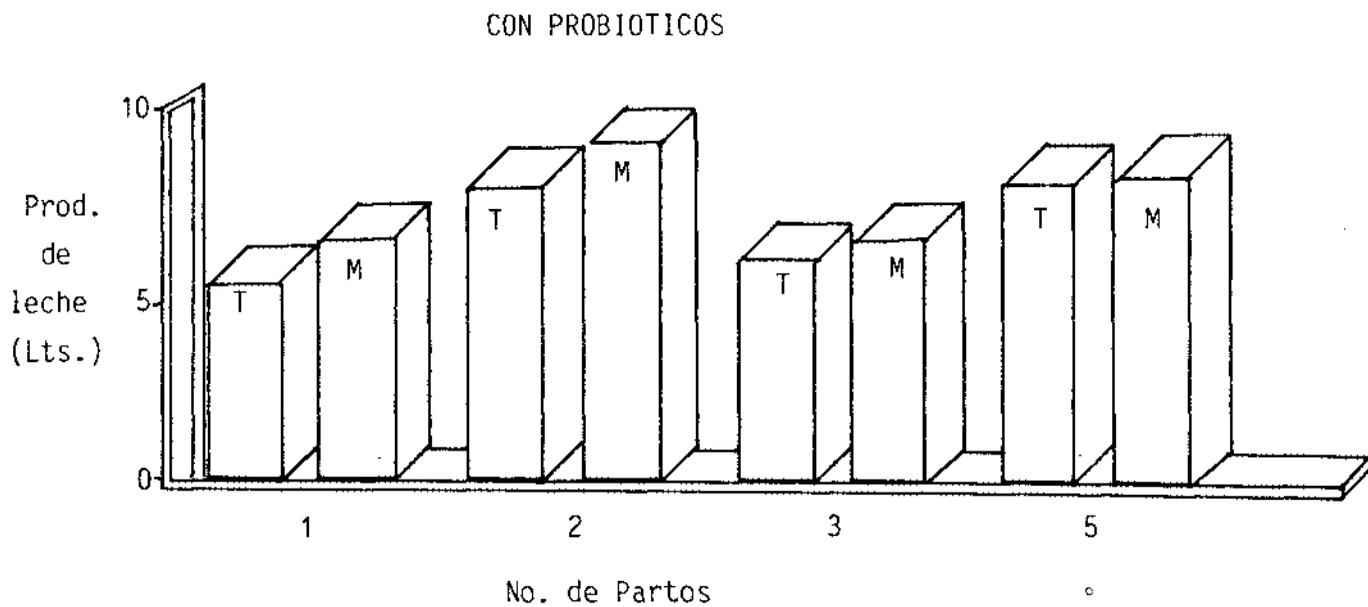
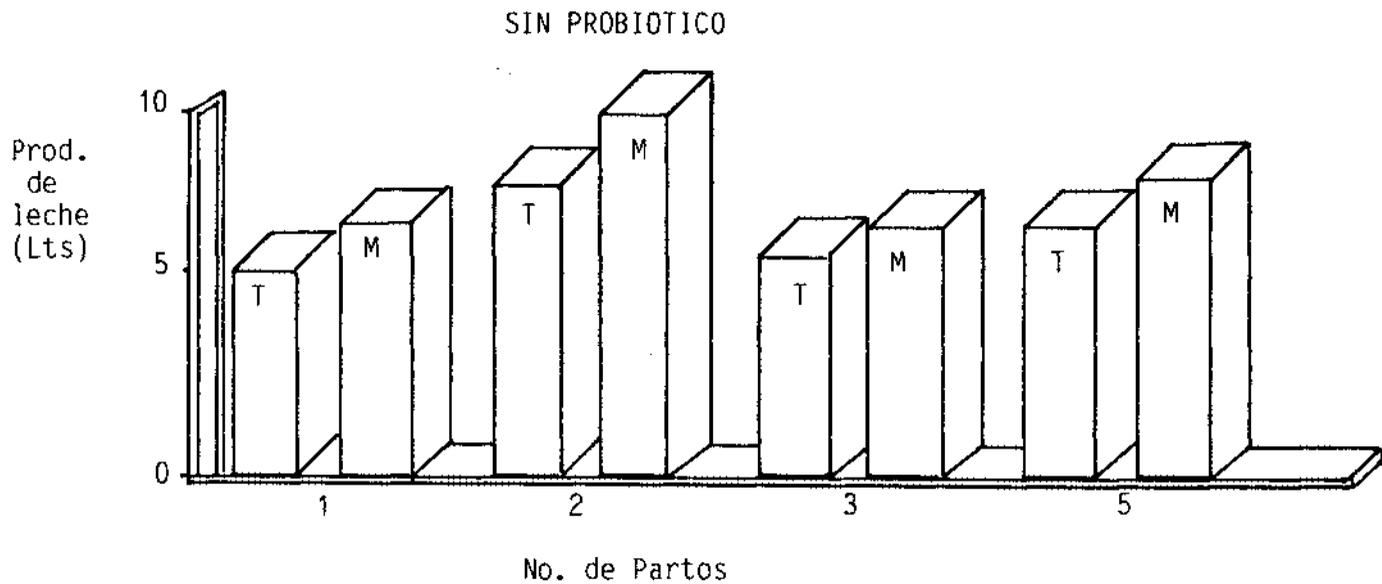
CUADRO No. 8.

PRODUCCION DE LECHE EN LITROS TARDE Y MAÑANA DE LAS DIFERENTES LACTANCIAS

PRODUCCION PROMEDIO						
No. VACA	No. PARTO	SIN PROBIOTICO		CON PROBIOTICO		\bar{x} DIA
		TARDE	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	
222	1	4.48	6.04	4.67	5.61	
217	1	5.60	5.94	4.84	5.56	
212	1	6.52	7.84	6.09	7.51	
215	1	5.79	6.87	5.78	6.96	
	\bar{x}	5.59	6.67	5.34	6.41	12.00
202	2	7.86	8.88	7.98	8.74	
206	2	7.79	10.47	7.71	9.09	
	\bar{x}	7.82	9.67	7.84	8.91	17.12
149	3	7.31	8.53	7.26	8.18	
164	3	4.23	5.03	3.79	4.47	
150	3	5.59	7.07	6.09	6.99	
165	3	5.91	6.79	6.23	6.87	
157	3	7.12	5.98	6.47	6.23	
	\bar{x}	6.03	6.68	5.96	6.54	12.60
70	5	6.79	7.99	7.83	8.00	15.30
	\bar{x} DIA	14.31		14.20		14.25

GRAFICA No. 4

EFFECTO DEL No. DE PARTO EN LA PRODUCCION
DE LECHE POR LA TARDE Y LA MAÑANA CON Y
SIN PROBIOTICOS



T= Tarde 2:00 pm
M= Mañana 3:00 am

dio de 6.70 "sin" vs 6.37 "con" la diferencia no es significativa. La $S = 0.129$ y la prueba de t fue $t_c = 2.51 > 2.048 t_{t(.05)} a_2$. (Ver Cuadro 9)

Para el grupo B en la ordeña de en la tarde "sin" se tuvo una producción promedio de 6.84 vs 6.98 para "con"; la diferencia resulta para "con" pero no es significativa, en este caso se tiene una $S = 0.181$ y la prueba de t es $t_c = -0.773 < 2.048 t_{t(.05)}$ por lo que se acepta la hipótesis.

Los resultados de la ordeña de en la mañana para este grupo son: una producción promedio de 7.86 lts vs 7.65 lts "con" no encontrando diferencia significativa. Se obtuvo una $S = 0.135$ y una prueba de t con los siguientes resultados $t_c = 1.55 t_{t(.05)} < 2.048$ aceptando la hipótesis.

Como se manifiesta en los resultados del Cuadro No.10 el comportamiento en la producción resulta normal ya que a mayor volumen de producción de leche se presenta una mayor producción de grasa según (González, 1989), aunque en el caso de mayor producción se presenta una disminución en el % de grasa.

En lo que respecta al efecto de los probióticos sobre los grupos, el B tuvo una mejor respuesta en producción de leche y grasa durante los dos periodos, aunque no resulte significativo el efecto para el mismo grupo.

El Cuadro No.11 nos muestra el consumo promedio de los grupos A y B durante el primer periodo del experimento el cual comprende 15 días, obteniéndose los siguientes promedios en el consumo de los distintos ingredientes utilizados. Para el grupo el consumo de forraje/día fue de -- 226.69, resultando 18.85 kg por vaca; concentrado 7.78 kg; melaza 1.89 kg; minerales 0.460 kg; el consumo total por vaca fue de 28.98 kg.

El Cuadro No.12 nos muestra el consumo promedio de los grupos A y B durante el segundo periodo del experimento el cual al igual que el -

CUADRO No. 9.

PRUEBAS DE t PARA LA PRODUCCION DE LECHE TARDE Y MAÑANA CON Y SIN PROBIOTICOS EN LOS DIFERENTES GRUPOS DE VACAS.

DIA	GRUPO A				GRUPO B			
	TARDE		MAÑANA		TARDE		MAÑANA	
	SIN	CON	SIN	CON	SIN	CON	SIN	CON
1	5.66	5.36	6.71	6.53	6.28	6.90	8.03	6.91
2	6.30	5.96	7.10	6.63	7.21	7.76	7.56	7.45
3	5.88	5.55	6.76	6.38	7.76	7.68	7.70	7.40
4	5.80	5.20	6.83	6.53	6.83	7.35	7.98	7.13
5	5.33	5.20	6.36	6.58	7.26	6.86	7.85	7.46
6	5.30	5.28	6.08	6.40	7.00	6.46	7.98	7.28
7	5.35	5.05	5.73	6.23	6.53	6.33	7.46	7.43
8	5.83	5.65	6.78	6.16	7.26	6.86	8.03	8.21
9	5.46	5.20	6.71	6.03	5.88	7.10	7.60	7.55
10	5.81	4.90	6.80	6.15	7.06	6.96	8.05	7.73
11	5.88	5.68	6.00	6.46	6.75	6.53	8.28	7.48
12	5.86	5.40	7.25	6.11	6.31	7.06	7.95	8.35
13	5.45	5.68	6.83	6.36	6.95	7.23	7.90	7.41
14	5.70	5.93	7.18	6.51	6.81	7.45	7.81	8.28
15	5.23	5.71	7.51	6.58	6.75	7.23	7.76	8.68
$\bar{x} =$	5.65	5.45	6.70	6.37	6.84	6.98	7.86	7.65
$S^2 =$	0.1088		0.1266		0.2470		0.1372	
$S =$	0.120		0.129		0.181		0.135	
$t_c =$	1.66		2.51		- 0.773		1.55	
$t_t(0.05) =$	2.048		2.048		2.048		2.048	

 $t_c < t_t \Rightarrow a_1$ $t_c > t_t \Rightarrow a_2$ $t_c < t_t \Rightarrow a_1$ $t_c < t_t \Rightarrow a_1$

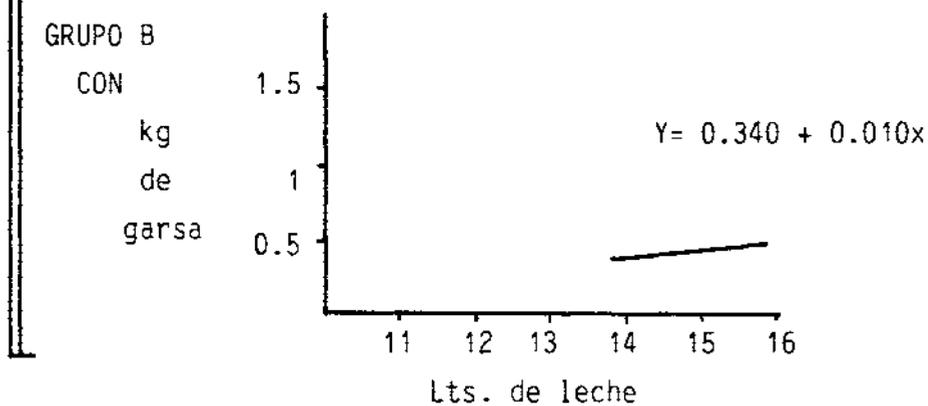
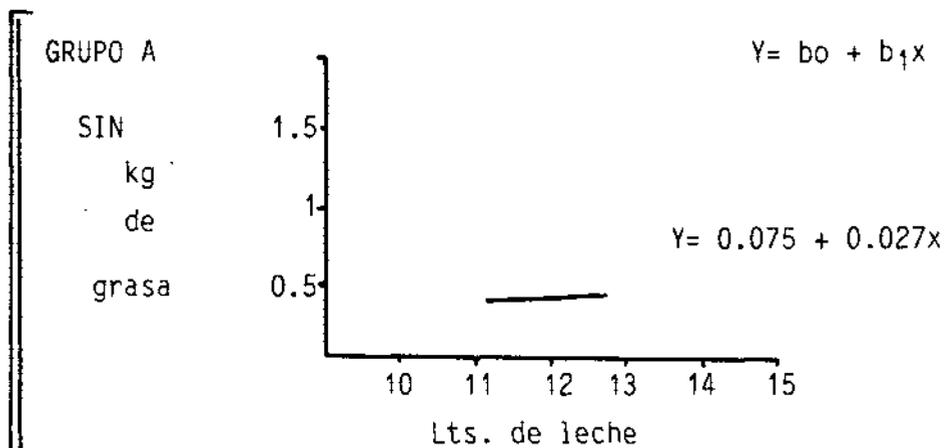
CUADRO No. 10.

CORRELACION DE LA PRODUCCION DE LECHE Y GRASA EN LOS DIFERENTES GRUPOS TRATADOS CON Y SIN PROBIOTICOS.

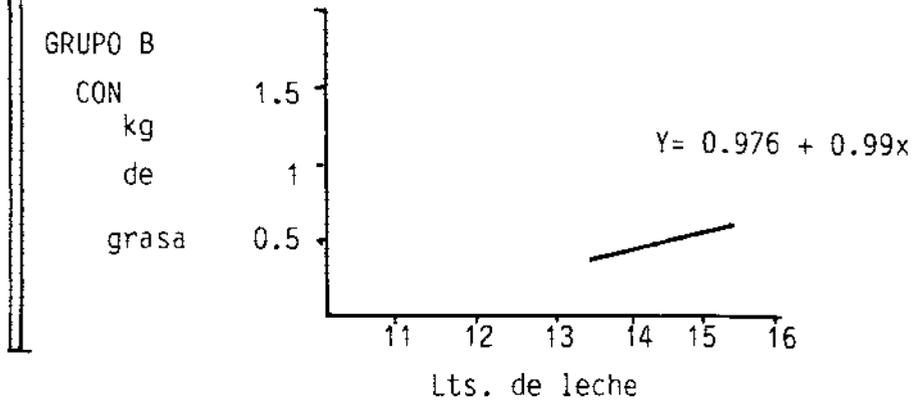
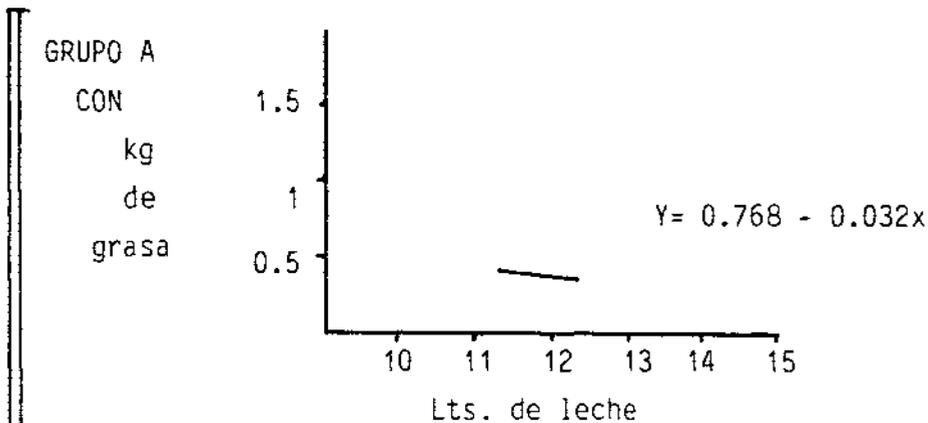
NUMERO MUESTRA	1er. PERIODO				2do. PERIODO			
	GPO. A SIN		GPO. B CON		GPO. A CON		GPO. B SIN	
	LECHE	GRASA	LECHE	GRASA	LECHE	GRASA	LECHE	GRASA
1	12.37	.531	13.81	.414	11.89	.356	14.31	.400
2	12.63	.378	14.48	.492	11.93	.393	15.46	.587
3	11.69	.374	14.32	.529	11.78	.376	15.11	.679
4	11.08	.354	13.76	.536	11.28	.417	13.99	.475
5	12.17	.425	14.65	.542	11.23	.393	13.48	.390
6	11.88	.415	14.01	.434	12.14	.376	15.03	.435
7	12.28	.429	14.64	.527	12.04	.385	14.85	.430
8	12.74	.356	15.91	.477	12.29	.368	14.51	.406
\bar{x}	12.10	.407	14.44	.493	11.82	.383	14.59	.475
B ₀	0.075		0.340		0.768		-0.976	
B ₁	0.027		0.010		-0.032		0.099	
r	0.25		0.149		-0.674		0.624	

CORRELACION DE LA PRODUCCION DE LECHE Y GRASA
EN LOS DIFERENTES GRUPOS TRATADOS CON Y SIN PROBIOTICOS.

1er
PERIODO



2do.
PERIODO



CUADRO No. 11.

CONSUMO PROMEDIO DE INGREDIENTES EN KILOGRAMOS 1er. PERIODO.

DIA	FORRAJE	CONCENTRADO	MELAZA	MINERALES	TOTAL
1	296.50	107.40	23.70	5.93	433.03
2	301.50	96.30	24.18	6.00	427.98
3	274.56	92.90	21.96	5.46	395.00
4	243.01	89.14	19.45	4.90	356.50
5	163.92	79.70	13.12	3.26	260.00
6	121.26	74.53	20.78	2.43	219.00
7	290.00	100.71	31.00	6.79	428.50
8	248.86	95.79	23.90	5.95	374.50
9	245.70	95.40	23.55	5.85	370.50
10	244.88	95.25	23.49	5.88	369.50
11	238.20	94.28	22.84	5.68	361.00
12	250.00	96.00	24.00	6.00	376.00
13	249.00	95.88	23.97	5.95	375.00
14	249.00	95.88	23.97	5.95	375.00
15	273.80	92.85	21.91	5.44	394.00
Σx	3393.69	1402.01	341.82	84.47	
\bar{x} DIA	226.24	93.46	22.78	5.63	348.11
\bar{x} VACA	18.85	7.78	1.89	0.46	28.98

CUADRO No. 12.

CONSUMO PROMEDIO DE INGREDIENTES EN KILOGRAMOS 2do. PERIODO.

DIA	FORRAJE	CONCENTRADO	MELAZA	MINERALES	TOTAL
1	300.00	96.00	24.00	6.00	426.00
2	290.90	94.67	23.16	5.77	414.50
3	239.40	88.70	19.15	4.75	352.00
4	278.66	93.50	22.30	5.54	400.00
5	250.00	90.00	20.00	5.00	365.00
6	255.80	90.66	20.46	5.08	372.00
7	282.76	94.00	22.63	5.61	405.00
8	245.90	89.50	19.70	4.90	360.00
9	246.03	95.50	23.60	5.87	371.00
10	252.43	90.27	20.20	5.10	368.00
11	228.66	87.50	18.30	4.54	339.00
12	242.09	94.85	23.25	5.81	366.00
13	200.93	88.93	19.30	4.84	314.00
14	244.44	95.48	23.48	5.88	369.00
15	246.03	95.42	23.63	5.92	371.00
Σx	3803.53	1384.98	323.16	80.61	
\bar{x} DIA	253.56	92.33	21.54	5.37	372.80
\bar{x} VACA	21.13	7.69	1.79	0.44	31.05

anterior comprende 15 días, en este período se obtuvieron los promedios siguientes para los distintos ingredientes utilizados. El Forraje: fué - de 21.13 kg; concentrado 7.69 kg de Melaza 1.79 kg y de Minerales 0.440-kg, resultando un consumo total de 31.05 kg.



VI. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados del presente trabajo se derivan las conclusiones siguientes:

1. El efecto de los probióticos no fue significativo entre los grupos estudiados.
2. Se presentaron mejores resultados para vacas de tercer parto que las de primer parto.
3. La producción de grasa se vió ligeramente incrementada por el efecto de los probióticos.
4. El uso de probióticos deberá ser para vacas de mediana a alta producción en donde si se presentan efectos considerables.

VII. BIBLIOGRAFIA.

- Attebery, J.T. y H.D. Johnson. 1969. Effects of enviromental temperature, controlled feeding and fasting on rumen motility. *J. Anim. Sci* 29:734.
- Baile, C.A. y MA. Dellafer. 1981. Nature of hunger and satiety control - systems in ruminants. *J. Dairy Sci.* 64:1140.
- Baird, C.C. 1982. Primary Ketosis in the high-producing dairy cow: clinical and subclinical disorders, treatment, prevention and outlook. *J. Dairy Sci.* 3:101.
- Balch, C.C. 1976. Feed intake regulation: a limiting factor in animal -- production. *Livestock prod. Sci.* 3:101.
- Bassett, J.M. 1975. Dietary and Gastrointestinal control of hormones regulating carbohydrate metabolism in ruminants. In: I.W. McDon--ald y A.C.I. Warner (Eds) *Digestion and metabolism in the rumi-- ant.* University of New England Publishing Unit. Australia pp - 383-398.
- Baumgart, B.R. 1970. Control of feed intake in the regulation of energy- balance. In: A.T. Phillipson (Ed). *Physicology of digestion - and metabolism in the ruminants.* Oriel Press. Newcastle cupon-- tyne, Cambridge/England pp 235.
- Bines, J.A. 1976. Regulation of food intake in dairy cows in relation to milk production. *Livestock Prod. Sci.* 3:115.
- Bines, J. A. S. Suzuki y C.D. Balch. 1969. The quantitative significati- ve of long term regulation of food intake in the cow. *Brit. J. Nutr.* 23:695.

- Blaxter, K.L. 1964. Metabolismo energético de los rumiantes. *Acribia*. Zaragoza/España. pp. 244-249.
- Broster, W.H. 1972. Effects on milk yield of the cow of the level of feeding during lactation. *Dairy Sci. Abstr.* 34:265.
- Broster, W.H. y G. Alderman. 1977. Nutrient requirements of the high yielding cow. *Livestock Prod. Sci.* 4:263.
- Broster, W.H., V.J. Broster, T. Smith y J.W. Siviter. 1975. Experiments on the nutrition of the dairy heifer IX. Food utilization in lactation. *J. Agri. Sci. Camb.* 84:173.
- Broster, W.H. y H. Swan 1979. Feeding strategy for the high yielding dairy cow. *A.G.T.* pp. 69-83.
- Brown, L.D. 1966. Influence of intake on feed utilization. *J. Dairy Sci.* 49:223.
- Brown, C.A., P.T. Chandler y J.B. Holter. 1977. Development of predictive equations for milk yield and dry matter intake in lactating cows. *J. Dairy Sci.* 60:1739.
- Chalupa, William. 1977. Manipulating rumen fermentation. *J. Anim. Sci.* 45:585.
- Collier, R.J., S.G. Doelger, H.H. Head, W.W. Thatcher y C.J. Wilcox, 1982. Effects of heat stress during pregnancy on maternal hormone concentrations calf birth weigh and postpartum milk yield of Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 54:309.
- Coppock, C.E. 1974. Displaced abomasum in dairy cattle: Etiological factors. *J. Dairy Sci.* 47:54.

- Curran, M.K., R.H. Wimbler y W. Holmes. 1970. Prediction of the voluntary intake of food by dairy cows. *Anim. Prod.* 12:195.
- Emery, R.S., H.D. Hafs, D. Armstrong y W.W. Snyder. 1969. Preparum grain feeding effects on milk production mamary edema and incidence of diseases. *J. Dairy Sci.* 52:345.
- Flatt, W.P. y P.W. Moe. 1972. Partition of nutrients between lactation and body weight gain in dairy cattle. In I.R. Falconer. (Ed.) *Lactation*. Butter worths. London P. 341.
- Forbes, T.M. 1970. The voluntary food intake of pregnant and lacting ruminants: a review. *vet. J.* 126:1.
- Fronk, T.J. y L.H. Schultz. 1979. Oral nicotinic acid as a treatment for ketosis. *J. Dairy Sci.* 61:1804.
- Gengler, W.R., F.A. Martz y H.D. Johnson. 1970. Effects of temperature on food and water intake and rumen fermentation *J. Dairy Sci.* 53:434.
- González, F.J. y S.R. Fernández. 1982. La eficiencia de la utilización del alimento. Monografía 1. Centro de Ganadería. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Mex.
- Gordon, I.C., 1977. The effects of protein content on the response of lactating cows to level of concentrate feeding. *Anim. Prod.* 25:181.
- Gordon, F.J. y T.J. Forbes 1970. The associative effects of level of energy protein intake in the dairy cow. *J. Dairy Res.* 37:481.
- Hart, I.C., J.A. Bines y S.V. Morant. 1979. Endocrine control of energy-metabolism in the cow correlations of hormones and metaboli-

- tes in high and low yielding cows for stages of lactation. *J. Dairy Sci.* 62:270.
- Hibbitt, K.G. 1979. Bovine ketosis and its prevention. *Vet. Press.* 105:13.
- Hungate, E.R. 1966. The rumen and its microbes. Academic Press. London. pp. 245-272.
- Journet, M. y B. Remond. 1976. Physiological factors affecting the voluntary intake of feed by cows: A review. *Livestock production Sci.* 3:129.
- Kaufmann, W. 1976. Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on pH regulation in the rumen and on feed intake in ruminants. *Livestock Prod. Sci.* 3:103.
- Kelley, R.O., F.A. Martz y H.D. Johnson. 1967. Effect of environmental temperature on ruminal volatile fatty acid levels with intake in ruminants. *J. Dairy Sci.* 50:531.
- Kesler, E.M. y S.L. Spahr. 1964. Physiological effects of high level concentrate feeding. *J. Dairy Sci.* 47:1122.
- Krohn, C.C., P.D. Andersen. 1980. Different energy and protein levels for dairy cows in the early weeks of lactation. *Livestock production Sci.* 7:555.
- Kwan, K., C.E. Coppock, G.B. Lake, M.J. Fettman, L.E. Chase y R.E. McDowell. 1977. Use of urea by early postpartum Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 60:1706.
- Lyons, T.P. 1987. Biotechnology in feed industry. Allteck Technical Publications. pp. 113-127.

- MacGregor, C.A., M.R. Stokes, W.H. Hoover, H.A. Leonard, L.L. Junkins, -
C.J. Sniffeny, R.W. Mailman. 1983. Effect of dietary concentra-
tion of total no structural carbohydrate on energy and nitro--
gen metabolism and milk production of dairy cows. J. Dairy Sci
66_39.
- Marsh, R., M.K. Curra y R.C. Campling. 1971. The voluntary intake of - -
roughages by pregnant and by lactating dairy cows. Anim. Prod.
13:107.
- McCaffree, J.D. y W.G. Merrill. 1968. Effects of feeding concentrate to-
maintain body wight of dairy cows in early lactation. J. Dairy
Sci. 51:561.
- McDowell, R.E., E.G. Mody, P.J. Van Soest, R.P. Lehman y G.L. Ford. 1969
Effect of heat of stress on energy and matter utilization of -
lactating cows. J. Dairy Sci. 52:188.
- Miller, W.J. 1979. Animal feeding and nutrition. Academic Press. London.
pp. 22-37.
- Moe, P.W., W.P. Faltt y H.F. Tyrrell. 1972. Net energy value of feeds -
for lactation. J. Dairy Sci. 55-945.
- Moody, E.G., P.J. Van Soest, R.E. McDowell y G.L. Ford. 1967. Effect of
high temperature and dietary fat on performance of lactating -
cows. J. Dairy Sci. 50:1909.
- Monroy, H.O. y Viniegra. G.G. 1981. Biotecnología para el aprovechamien-
to de los desperdicios orgánicos. A.G.T. (ed). pp. 47;55⁴
- Morrow, D.A. 1976. Fat cow syndrome. J. Dairy Sci. 59:1625.
- National Research Council. 1978. Nutrient requirements of dairy cattle.-

Nat. Acad. Sci. Washington, D.C.

- Nelson, B.D., H.D. Ellzey, E.B. Morgany M. Allen. 1968. Effects of feeding lactating dairy cows varying forage-toconcentrate rations J. Dairy Sci. 51:1796.
- Orskov, E.R., W.P. Faltt, P.W. Moe y A.W. Munson. 1969. The influence - of ruminal infusion of volatile fatty acids on milg yield and composition and on energy retention utilization by lactating-cow. Brit. J. Nutr. 23:443.
- Orskov, E.R. y I. McDonald. 1980. Utilization of volatile fatty acids - for maintenance and for energy retention. In L. E. Mount (Ed). Energy metabolism. Butterworths. London-Boston. pp. 147-150.
- Paquay, D.L. y J.M. Godeaw. R. Debaere y A. Lousse. 1973. Utilization - of nutrients by the dairy cow and optima N: Energy ration in- the diet. J. Dairy Sci. 61:890.
- Reid, J.T., P.W. Moe y H.F. Tyrrell. 1966. Re-evaluation of nutrient al- lowances for high-producing cows energy and protein require- - ments of milk production. J. Dairy Sci. 49:215.
- Román, P.H. 1982. Alimentación del ganado lechero en el trópico. In : M Pérez D. (Ed.). Manual sobre ganado productor de leche. Diana México. pp. 222-231.
- Russell, J.B. y R.B. Hespell. 1981. Microbial rumen fermentation. J. -- Dairy Sci. 64:1153.
- Schmidt., G.H., L.D. Van Vleck. 1974. Principles of dairy science. (Ed). W.H. Feeman y Company. San Francisco. U.S.A. pp. 90-434.
- Spahr, S.L. Branding, A.E. Kesler, E.M. y Cloninger, W.H. 1966. Short- -

- Tatcher, W. W. 1974. Effects of season climate and temperature on reproduction and lactation. *J. Dairy Sci.* 57:360.
- Tyrrell, H.F. 1980. Limits to milk production efficiency by the dairy -- cow. *J. Anim. Sci.* 57:1441.
- Van Es, A.J.H. 1975. Feed evaluation for dairy cows. *Livestock Prod. Sci.* 2:95.
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminants, O and B Books Inc. Cornell University, pp. 276-293.
- Vohnout, K. y J.V. Bateman. 1972. Effects of crude fibre upon feeding -- efficiency of cattle in "Warm" environments. *J. Agric. Sci. - Camb.* 78:413.
- Wheeler, W.E., C.H. Noller y C.E. Coppock, 1975. Effect of forage-to-concentrate feed intake on digestion of stress by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 58:1902.
- Yourn, B.A. 1981. Cold stress as it affects animal production. *J. Anim.-Sci.* 52:154.