

UNIVERSIDAD DE PANAMA
VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POST GRADO
PROGRAMA DE MAESTRIA EN PRODUCCION ANIMAL

**CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE
ALIMENTACIÓN Y SU INFLUENCIA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y
COMPOSICIÓN LACTEA EN FINCAS PRODUCTORAS DE
LECHE CON CONDICIONES TECNOLÓGICAS GRADO A EN LA
PROVINCIA DE CHIRIQUÍ**

AMADÓ JUSTINO GUILLEN MORENO

**TESIS PRESENTADA COMO UNO DE LOS REQUISITOS PARA
OPTAR AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS PECUARIAS CON
ESPECIALIZACIÓN EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

DAVID, CHIRIQUI, REPUBLICA DE PANAMA

2005

APROBACIÓN

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

Junio de 2005

Sr. Director del Programa de Maestría en Ciencias Agrícolas.
Sr. Director de Investigación y Postgrado.

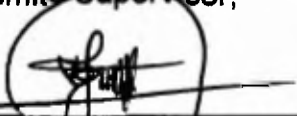
Nos es grato recomendar la investigación elaborada bajo nuestra supervisión por el señor:

Ing. Amado Justino Guillén Moreno


CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN Y SU INFLUENCIA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN LACTEA EN FINCAS PRODUCTORES DE LECHE CON CONDICIONES TECNOLOGICAS GRADO A EN LA PROVINCIA DE CHIRIQUÍ

Se aceptó como requisito parcial para optar por el gado académico de Maestría en Producción Animal.

Comité Supervisor,




Ing. Edmundo Arce, M. Sc.
Director de la Investigación



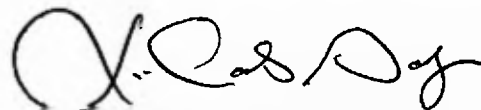
Ing. Alex D. Samudio, M.Sc.
Asesor



Ing. Pedro Guerra, M.Sc.
Asesor



Dr. Francisco Mora, PhD.
Director, Programa de Maestría



Ing. Luis C. Salazar, M.Sc.
Director, Investigación y Postgrado

AGRADECIMIENTO

En primer lugar doy gracias a **Nuestro Señor Jesucristo**, por haberse fijado en mi persona, me haya guiado por el sendero de la humanidad, el trabajo y la superación.

Quiero manifestar mi eterno agradecimiento al personal docente y administrativo de la **Facultad de Ciencias Agropecuarias** por el conocimiento adquirido y las muestras de cariño ofrecidas durante mis años de estudio. Igualmente a la **Lic. Escalante** y todo el personal del Departamento de Análisis Bromatológico de Alimentos en la realización de esta investigación.

Deseo expresar mi más sincero y eterno agradecimiento al **Ing. Edil E. Araúz** director de este trabajo de grado, por su valioso apoyo y oportuna orientación para la culminación plena y satisfactoria de este trabajo; a los **Ing. Alex Samudio y Pedro Guerra M.**, miembros del comité de revisión por todos sus sabios consejos para la plena culminación del mismo. Igualmente al **Ing. David Urriola** por todo su apoyo brindado.

A la **Cooperativa de Productores de Leche de Bugaba (COOLECHE)** por haber realizado los servicios en el análisis químico de la leche de las diferentes fincas evaluadas, igualmente a los ingenieros de la ruta de Inseminación Artificial (N. Mendoza, F. Morales, Sánchez, Castillo) por todo el apoyo brindado.

A las fincas de la Cuenca Lechera de Chiriquí (**Hacienda Buena Vista, Doña Estela, Hnos. Samudio, Don Nico, Doña Evita, Barriles y Morrell**) que de forma desinteresada brindaron sus facilidades e información biológica requerida; así como facilitar el apoyo económico, personal y técnico para facilitar la realización de esta investigación.

A todas aquellas personas que no han sido mencionados y formaron parte de este equipo de trabajo para la realización de esta tesis, mis más sinceras disculpas y el eterno agradecimiento.

Infinitas gracias...

Amado Justino Guillén Moreno

DEDICATORIA

Dedico el esfuerzo de mi trabajo a mi madre **Doris Moreno de Guillén**, hermana **Abitzel Guillén Moreno** y sobrina **Ana Patricia**, quienes con su apoyo hicieron posible la culminación de mis estudios. Igualmente a mi bonita **Karina** por estar siempre a mi lado brindándome su cariño y apoyo en todo momento. A ellos mi muestra de cariño, amor y eterno agradecimiento.

A mis tíos (**Víctor, Francis, Yoyi, Marina, Oida**), primos (**Marelis, Bibi, Tinito, Zoila**), cuñado **Tito** y demás familiares; quienes comparten la satisfacción del deber cumplido, por brindarme la fe y fuerzas necesarias en los momentos difíciles para seguir adelante y lograr una de mis metas más anheladas.

De igual manera este trabajo lo dedico a la memoria de mis padres **Amado Guillén Jiménez** (q.e.p.d.), **Paulino Moreno Calderón** (q.e.p.d.) y mi abuela **Catalina Calderón** (q.e.p.d.), quienes han sido mi guía espiritual en todo momento para culminar satisfactoriamente la meta propuesta.

Dedico este trabajo, el fruto de mis años de estudio a todos mis amigos y compañeros, en especial (**Arturo, Adriano, Roderick, Elvis, Colombia**), los cuales han compartido conmigo momentos de alegría, tristezas, y han sido siempre fuente de apoyo para la plena culminación de este logro. Este logro es igualmente dedicado a todos mis compañeros del **BANCO NACIONAL DE PANAMÁ**, en especial a los de la **SUCURSAL DAVID Gabriel y Elmer** por haberme brindado todo su apoyo.

De igual manera esta obra, es dedicada a mis futuros hijos y familiares que compartirán conmigo el fruto de mis sacrificios y luchas constantes para lograr el objetivo propuesto de ser un buen profesional.

Con mucho cariño y aprecio,

Amado Justino Guillén Moreno

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	1
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. La Industria Lechera y el Comercio Mundial de la Leche y su Futuro	4
2.2. Propiedades organolépticas y físicas de la leche	6
2.2.1. Propiedades Organolépticas	6
2.2.1.1. Sabor y Olor	6
2.2.1.2. Color	6
2.3. Propiedades Físicas	7
2.3.1. Densidad	7
2.3.2. Punto de Congelamiento	7
2.3.3. PH	8
2.3.4. Punto de Ebullición.	8
2.4. Aspectos Generales de la Leche Bovina	8
2.4.1. Composición Química de la leche	9
2.4.1.1. Agua	10
2.4.1.2. Carbohidratos	11
2.4.1.3. Proteínas	12
2.4.1.4. Grasas	15
2.4.1.5. Vitaminas	17
2.4.1.6. Minerales	18
2.4.1.7. Células	19
2.4.1.8. Grasas	20
2.5. Factores que afectan la Producción y Composición de la Leche	20
2.5.1. Raza	20
2.5.2. Edad y Número de Lactaciones	22
2.5.3. Estado Lactacional	23
2.5.4. Condición Corporal de la Vaca al parto	26
2.5.5. Enfermedades	28
2.5.6. La Gestación	29
2.5.6.1. Frecuencia de Ordeños	30

2.5.7. Estación del Año	33
2.5.7.1. Alimentación	33
2.5.8. Factores Heredables	37
2.5.9. Nivel de Producción	39
5.9.1. Alzada	39
2.6. Factores que influyen en el Nivel de Grasa Láctea	39
2.6.1. Alimentación	40
2.6.2. Relación Forraje: concentrado	40
2.6.3. Quebrado y Peletizado del concentrado y el forraje	42
2.6.4. Nivel de Fibra	43
2.6.5. Composición del Concentrado	44
2.6.6. Frecuencia de Alimentación	44
2.6.7. Buffers o Aditivos	45
2.6.8. Aceites insaturados, grasas y grasas sobrepasantes del rumen en la alimentación	47
2.6.9. Nivel de proteína en la alimentación	47
2.6.10. Estado de Lactación	48
2.6.11. Condiciones Climáticas (temperatura, humedad y altitud).	50
2.7. Alimentación para maximizar los Sólidos en la Leche	51
2.7.1. Maximizar el consumo de alimento	53
2.7.2. Factores alimenticios apropiados	55
2.7.2.1. Concentrados	55
2.7.2.2. Fibra	57
2.7.3. Formulación de Ración	59
2.7.3.1. Carbohidratos	59
2.7.3.2. Grasa	60
2.7.3.3. Proteína	62
2.7.3.4. Proteína Degradable en el Rumen	64
2.7.3.5. Proteína Sobrepasante y Aminoácidos protegidos en el rumen	65
2.7.3.6. Aditivos Alimenticios	66
2.7.3.7. Prácticas de alimentación.	68
2.8. Alimentación para el precio de los Componentes Múltiples (MPC).	71
2.9. Requerimientos Nutritivos de las Vacas en Lactación	73
2.9.1. Las Necesidades Energéticas y la Valoración Nutricional y Alimentaria	75
2.9.1.1. Total de nutrientes digestibles (TDN)	78

2.9.1.2.	Energía Digestible (ED)	78
2.9.1.3.	Energía Metabolizable (EM)	80
2.9.1.4.	Energía Neta (EN)	80
2.9.1.4.1.	Necesidades Energéticas para mantenimiento	81
2.9.1.4.2.	Necesidades Energéticas para crecimiento	83
2.9.1.4.3.	Necesidades Energéticas para producción	83
2.9.1.4.4.	Necesidades Energéticas para reproducción	86
2.9.1.4.5.	Necesidades Energéticas para locomoción	87
2.9.1.5.	Efecto de la deficiencia de energía	89
2.9.1.6.	Efecto del exceso de energía	91
2.9.2.	Necesidades de Proteínas	93
2.9.2.1.	Digestibilidad y Utilización de la Proteína	94
2.9.2.2.	Necesidades de Proteína para Mantenimiento	96
2.9.2.3.	Necesidades de Proteína para Crecimiento	98
2.9.2.4.	Necesidades de Proteína para Producción	99
2.9.2.5.	Necesidades de Proteína para Reproducción	101
2.9.3.	Efecto de la deficiencia de proteína	103
2.9.4.	Efecto del exceso de proteína	104
2.9.5.	Necesidad de minerales	105
2.9.5.1.	Importancia de los Macrominerales en la Nutrición Animal	107
2.9.5.1.1.	Calcio(Ca)	107
2.9.5.1.2.	Fósforo(P)	108
2.9.5.1.3.	Magnesio(Mg)	109
2.9.5.1.4.	Sodio(Na) y Cloro(Cl)	109
2.9.5.1.5.	Potasio(K)	110
2.9.5.1.6.	Azufre(S)	111
2.9.6.	Importancia de los Microminerales en la Nutrición Animal	111
2.9.6.1.	Hierro(Fe)	112
2.9.6.2.	Zinc(Zn)	112
2.9.6.3.	Cobre(Cu) y Molibdeno(Mo)	113

2.9.6.4.	Cobalto(Co)	114
2.9.6.5.	Yodo(I)	114
2.9.6.6.	Manganeso(Mn)	115
2.9.6.7.	Selenio(Se)	115
2.9.7.	Necesidades de Vitaminas	117
2.9.7.1.	Vitaminas Liposolubles	117
2.9.7.1.1	Vitamina A	117
2.9.7.1.2	Vitamina D	118
2.9.7.1.3	Vitamina E	119
2.9.7.1.4	Vitamina K	120
2.9.7.2.	Vitaminas Hidrosolubles	121
2.9.7.2.1.	Vitamina C	121
2.9.7.2.2.	Complejo B	122
2.9.8.	Necesidades de Agua	123
2.10.	Fisiología de la lactación y la curva de producción láctea	124
2.10.1	Síntesis y Secreción Láctea	126
2.10.2	Síntesis de Carbohidratos en la leche	126
2.10.3	Síntesis de Proteína en la Leche	129
2.10.4	Síntesis de Grasa en la Leche	131
2.10.5	Minerales, vitaminas y agua	133
2.11.	Suplementación de Vacas Lecheras en Pastoreo	134
2.11.1.	Suplementación Energética y Proteica en el Ganado en Pastoreo	138
2.12.	Estrategias para alimentar al ganado Lechero en Lactación.	140
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		144
3.1.	Localización Geográfica y Ámbito Agroecológico	144
3.2.	Metodología Experimental	145
3.3.	Escogencia de la Finca como Base Experimental	146
3.4.	Animales en Estudio	147
3.5.	Parámetros Experimentales y Técnicos de determinación	147
3.5.1.	Producción de Leche	147
3.5.2.	Análisis Lácteo	148
3.5.3.	Plano Nutricional y Alimentario	150
3.5.4.	Peso y Condición Corporal	162
3.6.	Descripción microclimática y características de manejo utilizadas en las fincas lecheras grado A usadas como fuente experimental y de información referencial	163
3.7.	Diseño Estadístico	169

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	173
4.1. Manejo nutricional y Alimentario de las Fincas Lecheras Analizadas	173
4.2. Índices de producción Láctea en las Fincas Lecheras Analizadas.	206
4.3. Relación de la Producción de Leche y los Nutrientes Analizados.	225
4.4. Evaluación económica	244
4.5. Composición Química de la Leche	245
4.5.1 Grasa Láctea	248
4.5.2 Proteína Láctea	252
4.5.3 Lactosa	258
4.5.4 Sólidos Totales	261
4.5.5 Nitrógeno ureico en leche (NUL)	267
4.5.6 PH	271
4.5.7 Densidad láctea	272
4.5.8 Sólidos No Grasos	274
V. CONCLUSIONES	277
VI. RECOMENDACIONES	281
BIBLIOGRAFÍA	284
ANEXOS	

INDICE DE CUADROS

No.	TÍTULO	PÁGINA
I	Promedios Porcentuales de Grasa, Sólidos no Grasos (SNG), Sólidos Totales, Proteína, Relación SNG/Grasa y Proteína/Grasa (P/G) en la leche de las principales razas lecheras.	21
II	Efecto de la Relación Forraje:Grano en la Prueba de Grasa Láctea en Base a la Materia Seca de la Dieta.	42
III	Efecto de la Paletización en el Nivel de Grasa Láctea	43
IV	Efecto del Bicarbonato de Sodio y Óxido de Magnesio en la prueba de grasa láctea.	46
V	Resumen en los cambios en el manejo de la alimentación que alteran la producción de sólidos en la leche.	70
VI	Promedio de la composición de la leche.	72
VII	Requerimientos nutricionales para vacas lecheras según el peso corporal y varios niveles de producción.	76
VIII	Requerimientos nutricionales para vacas lecheras según el peso corporal y varios niveles de producción.	77
IX	Componentes básicos del perfil microclimáticos de la finca lechera incluida en el estudio sobre nutrición y alimentación relacionada con la producción y composición láctea.	79
X	Condición general para la disponibilidad, rechazo y consumo de pasto verde en las diferentes fincas evaluadas.	152
XI	Indicador ponderal para la disponibilidad, rechazo y consumo en base a la materia seca del pasto en las diferentes fincas evaluadas.	152

No.	TÍTULO	PÁGINA
XII	Características bromatológicas del pasto <i>Brachiaria decumbens</i> para la finca 5.	153
XIII	Características bromatológicas del heno <i>Digitaria swazilandensis</i> para la finca 5.	153
XIV	Características bromatológicas del ensilaje de maíz para la finca 5.	154
XV	Características bromatológicas del pasto Estrella <i>Cynodon nlemfuresis</i> para la finca 4.	154
XVI	Características bromatológicas del pasto Estrella <i>Cynodon nlemfuresis</i> para la finca 3.	155
XVII	Características bromatológicas del pasto Estrella <i>Cynodon nlemfuresis</i> para la finca 1.	155
XVIII	Características bromatológicas del concentrado para la finca 1.	156
XIX	Características bromatológicas del ensilaje de maíz para la finca 7.	156
XX	Características bromatológicas del pasto Estrella <i>Cynodon nlemfuresis</i> para la finca 2.	157
XXI	Características bromatológicas del pasto Estrella <i>Cynodon nlemfuresis</i> para la finca 2.	157
XXII	Características bromatológicas de la melaza de caña	158
XXIII	Características bromatológicas del afrecho de maíz.	158
XXIV	Características bromatológicas del pasto Estrella <i>Cynodon nlemfuënsis</i> para la finca 6.	159
XXV	Características bromatológicas del pasto Swazi + Taiwán picado para la finca 6.	159

No.	TÍTULO	PÁGINA
XXVI	Características bromatológicas del alimento concentrado V-1. (Finca 3, finca 4, finca 6 y finca 7)..	160
XXVII	Características bromatológicas del alimento concentrado V-2. (Finca 3, finca 4, finca 6 y finca 7).	160
XXVIII	Características bromatológicas del alimento concentrado fibroso. (Finca 2, finca 4, finca 5 y finca 6).	161
XXIX	Componentes complementarios de la ración con el sistema de alimentación por producción de leche según la finca estudiada.	166
XXX	Medidas aritméticas para los requerimientos diarios de factores alimentarios y nutricionales para vacas Holstein en lactación en diversos sistemas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.	175
XXXI	Medidas aritméticas para los requerimientos diarios de factores alimentarios y nutricionales para vacas Pardo Suizo en lactación en diversos sistemas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.	176
XXXII	Medidas aritméticas del aporte diario de factores alimentarios y nutricionales para vacas Holstein en lactación en diversos sistemas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.	177
XXXIII	Medidas aritméticas del aporte diario de factores alimentarios y nutricionales para vacas Pardo Suizo en lactación en diversos sistemas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.	178
XXXIV	Medidas aritméticas del balance diario de factores alimentarios y nutricionales para vacas Holstein en lactación en diversos sistemas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.	179
XXXV	Medidas aritméticas del balance diario de factores alimentarios y nutricionales para vacas Pardo Suizo en lactación en diversos sistemas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.	180

No.	TÍTULO	PÁGINA
XXXVI	Potencial lechero de las dietas por sistema de alimentación según el requerimiento aporte de energía neta lactacional, proteína cruda y materia seca.	183
XXXVII	Análisis de varianza para el aporte diario de factores alimentarios y nutricionales para vacas Holstein en diversos sistemas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí. .	208
XXXVIII	Análisis de varianza para el balance diario de factores alimentarios y nutricionales para vacas Holstein en diversos sistemas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí. .	209
XXXIX	Análisis de varianza para el aporte diario de factores alimentarios y nutricionales para vacas Pardo Suizo en diversos sistemas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí. .	210
XL	Análisis de varianza para el balance diario de factores alimentarios y nutricionales para vacas Pardo Suizo en diversos sistemas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí. .	211
XLI	Análisis de varianza para la producción y composición láctea en vacas Holstein en diversos sistemas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.	212
XLII	Análisis de varianza para la producción y composición láctea en vacas Pardo Suizo en diversos sistemas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.	213
XLIII	Análisis de varianza para la producción y composición láctea en vacas Holstein y Pardo Suizo en lactación en diversas fincas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.	214
XLIV	Medidas aritméticas para la producción de leche y su composición química diaria para vacas Holstein en lactación en diversas fincas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.	215

No.	TÍTULO	PÁGINA
XLV	Medidas aritméticas para la producción de leche y su composición química diaria para vacas Pardo Suizo en lactación en diversas fincas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.	216
XLVI	Indicadores alimentarios y nutricionales de las raciones en los sistemas de alimentación para vacas en lactación utilizadas en la Cuenca Lechera de la provincia de Chiriquí.	218
XLVII	Medidas aritméticas para la producción de leche y su composición química diaria para vacas Pardo Suizo en lactación en diversas fincas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.	220
XLVIII	Medidas aritméticas para la producción de leche y su composición química diaria para vacas Pardo Suizo en lactación en diversas fincas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.	220
XLIX	Promedios diarios de la producción de leche, eficiencia de conversión alimenticia y rendimientos de los componentes lácteos más importantes en los sistemas de alimentación analizados para la raza Holstein en la Cuenca Lechera de la provincia de Chiriquí.	227
L	Promedios diarios de la producción de leche, eficiencia de conversión alimenticia y rendimientos de los componentes lácteos más importantes en los sistemas de alimentación analizados para la raza Pardo Suizo en la Cuenca Lechera de la provincia de Chiriquí.	228
LI	Medida general aritmética para la producción de leche y su composición química diaria para la raza Holstein y Pardo Suizo en lactación en la Cuenca Lechera de la provincia de Chiriquí.	229
LII	Análisis de varianza para el aporte diario de pasto y concentrado para vacas Holstein en lactación en diversos sistemas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.	238

No.	TÍTULO	PÁGINA
LIII	Análisis de varianza para el aporte diario de pasto y concentrado para vacas Pardo Suizo en lactación en diversos sistemas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.	239
LIV	Correlaciones simples para el aporte diario de factores alimentarios y nutricionales en vacas Holstein en lactación en diversas fincas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.	240
LV	Correlaciones simples para el aporte diario de factores alimentarios y nutricionales en vacas Pardo Suizo en lactación en diversas fincas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.	241
LVI	Correlaciones simples para la producción de leche y su composición química diaria en vacas Holstein en lactación en diversas fincas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.	242
LVII	Correlaciones simples para la producción de leche y su composición química diaria en vacas Pardo Suizo en lactación en diversas fincas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.	243
LVIII	Correlaciones simples para la producción de leche y su composición química diaria en vacas Holstein en lactación en diversas fincas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.	246
LVIX	Correlaciones simples para la producción de leche y su composición química diaria en vacas Pardo Suizo en lactación en diversas fincas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.	247

INDICE DE GRÁFICAS

No.	TÍTULO	PÁGINA
1	Dispersión gráfica del requerimiento y aporte de materia seca en los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Holstein.	196
2	Dispersión gráfica del requerimiento y aporte de materia seca en los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Pardo Suizo.	196
3	Relación del aporte de materia seca con la producción de leche en los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Holstein.	197
4	Relación del aporte de materia seca con la producción de leche en los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Pardo Suizo.	197
5	Requerimiento y aporte de proteína cruda en los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Holstein.	198
6	Requerimiento y aporte de proteína cruda en los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Pardo Suizo.	198
7	Efecto del aporte de proteína cruda sobre la producción de leche en los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Holstein.	202
8	Efecto del aporte de proteína cruda sobre la producción de leche en los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Pardo Suizo.	202
9	Requerimiento y aporte de energía neta lactacional en los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Holstein.	203

No.	TÍTULO	PÁGINA
10	Requerimiento y aporte de energía neta lactacional en los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Pardo Suizo.	203
11	Efecto del aporte de energía neta lactacional sobre la producción de leche en los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Holstein.	204
12	Efecto del aporte de energía neta lactacional sobre la producción de leche en los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Pardo Suizo.	204
13	Producción de leche real y esperada en los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Holstein.	205
14	Producción de leche real y esperada en los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Pardo Suizo.	205
15	Efecto del consumo de forraje sobre la producción de leche en las diferentes fincas evaluadas de la Cuenca Lechera de Chiriquí.	235
16	Efecto del consumo concentrado sobre la producción de leche en las diferentes fincas evaluadas para la raza Holstein de la Cuenca Lechera de Chiriquí.	235
17	Efecto del consumo de materia seca sobre la producción de leche en las diferentes fincas evaluadas para la raza Pardo Suizo de la Cuenca Lechera de Chiriquí.	236
18	Efecto del consumo de materia seca sobre la producción de leche en las diferentes fincas evaluadas para la raza Pardo Suizo de la Cuenca Lechera de Chiriquí.	236

No.	TÍTULO	PÁGINA
19	Relación de la producción de leche (Kg./día) con el contenido de grasa (%) en los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Holstein	253
20	Relación de la producción de leche (Kg./día) con el contenido de grasa (%) en los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Pardo Suizo.	253
21	Efecto del consumo de fibra cruda sobre el porcentaje de grasa láctea en las fincas evaluadas en la Cuenca Lechera de Chiriquí.	254
22	Efecto de la producción de leche (Kg./día) en el rendimiento diario de grasa en los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Holstein en la Cuenca Lechera en la provincia de Chiriquí.	254
23	Efecto de la producción de leche (Kg./día) con el contenido de grasa (%) en los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Holstein.	259
24	Efecto de la producción de leche (Kg./día) con el contenido de grasa (%) en los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Pardo Suizo.	259
25	Efecto de la producción de leche (Kg./día) en el rendimiento diario de proteína en diferentes sistemas de alimentación evaluadas para la raza Holstein en la Cuenca Lechera de la provincia de Chiriquí.	263
26	Efecto de la producción de leche (Kg./día) en el porcentaje de sólidos totales en las diferentes fincas evaluadas para la raza Holstein en la Cuenca Lechera de la provincia de Chiriquí.	264
27	Efecto de la producción de leche (Kg./día) en el porcentaje de sólidos totales en los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Holstein en la Cuenca Lechera de la provincia de Chiriquí.	266

No.	TÍTULO	PÁGINA
28	Efecto de la producción de leche (Kg./día) en el porcentaje de sólidos totales en los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Pardo Suizo en la Cuenca Lechera de la provincia de Chiriquí.	266

INDICE DE FIGURAS

No.	TÍTULO	PÁGINA
1	Cambios En los porcentajes de los componentes de la leche inmediatamente después del parto.	24
2	Efecto del proceso de la lactación sobre la curva lactacional y los componentes lácteos.	25
3	Cambios en los porcentajes de grasa durante un ordeño.	32
4	Efecto del estado lactacional sobre los componentes lácteos más importantes.	49
5	Síntesis de carbohidratos de la leche.	127
6	Síntesis de la proteína de la leche.	130

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La producción lechera panameña sigue experimentando profundos cambios que le exigen al productor ajustarse a los nuevos esquemas en que se desenvuelve la economía del sector. En estos cambios se ven involucrados la mayoría de los componentes del sistema de producción, donde la alimentación y nutrición juegan un papel primordial.

La alimentación en especial, el nivel de concentrados utilizados en las fincas influye en nuestros costos de producción de tal manera que el ofrecer a los animales una dieta balanceada en cantidad y calidad de acuerdo a los requerimientos nutricionales establecidos por la NRC (1989) ó descritos en la ARC (1986) deben permitir ser más competitivos y eficientes en nuestros sistemas de producción.

Los sistemas de alimentación utilizados por el productor de leche, por lo general son muy variados. Uno de los ingredientes que más diferencias presentan en las fincas de la cuenca lechera de nuestro país es la disponibilidad de forraje. La misma presenta gran variación debido a las propias condiciones microclimáticas (temperatura, altitud, radiación solar,

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. La industria lechera y el comercio mundial de la leche y su futuro

Según Avni (1999), las necesidades crecientes en los mercados y el aumento de las exigencias de calidad por parte de los consumidores imponen ante los productores e industriales importantes desafíos.

Para los ganaderos, el desafío es producir leche de la mejor calidad posible cuyas características principales deben ser:

↳ *Leche de alto contenido proteico, grasas, vitaminas y minerales*

↳ *Carente de sabores y olores repelentes*

↳ *Sin acidez*

↳ *Bajo conteo de bacterias y de células somáticas.*

↳ *Mínimo contenido de enzimas*

Todos esos elementos son de suma importancia, pues en un número elevado de países “los más adelantados” el precio de la leche está basado

precipitación pluvial, suelo y manejo) que presentan las fincas en particular. La alimentación de las vacas lecheras de alta producción bajo condiciones de pastoreo es de naturaleza compleja debido a las múltiples interacciones entre el animal y el ambiente. Los frecuentes desbalances de energía y proteína conducen a menudo a déficit de energía y en muchos casos a excesos de proteínas muy degradables en las dietas (Waghorn and Barry, 1987). Bajo condiciones de pastoreo, en lo que alimentación respecta, la tecnología más adecuada para aumentar los niveles de sólidos útiles sigue siendo la suplementación estratégica (Davis, 1982).

Es bien sabido los problemas por los que atraviesa el sector lácteo nacional, específicamente los productores, quienes han tenido que afrontar fuertes bajas en el precio pagado por litro de leche. Esto se ve favorecido por los bajos precios internacionales, los cuales son manejados por la gran oferta de leche excedentaria subsidiada por los países productores, o bien por los bajos costos de producción.

Por otro lado, está cada vez más exigente la pauta de pago que tiene las empresas lácteas, la cual ha evolucionado desde los pagos por volumen solamente, hasta complejas pautas en que se consideran castigos y premios ya sea por calidad sanitaria y composicional. En este último punto ha tomado gran importancia la cantidad de proteína de la leche la cual es de gran valor al momento de quererle dar valor agregado haciendo un

procesamiento de ella, por ejemplo en la producción de quesos (Mc Donald et al, 1999).

El presente estudio está orientado para asociar el sistema de alimentación con la composición láctea y la curva lactacional en la cuenca lechera de Bugaba (vía Volcán). El producir leche de buena calidad reporta beneficios al productor, a la industria y al consumidor. El primero recibe un mejor precio por cada litro de leche que se vende, la planta al comprar y recibir una materia prima de calidad, logra mejorar la eficiencia de los procesos de elaboración de sus productos los que obviamente también mejoran, y finalmente el consumidor que también se beneficia al consumir un producto de superior calidad.

El objetivo del presente trabajo fue la de conocer las características nutricionales y alimentarios de los sistemas de alimentación en siete (7) fincas lecheras de la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí y su relación con la producción de leche y composición química láctea.

en los porcentajes de sus componentes. En muchos de ellos, aún se paga por el contenido de grasa buritosa; en otros ya hay una combinación grasa y proteína cuando el precio por el Kg de proteína varía entre 5 a 7 veces mayor el precio por el Kg de grasa. Ello se debe a la importancia del factor proteína en la elaboración de quesos (Alais, 1981). Otro factor de gran importancia en la determinación del precio de la leche se refiere a la existencia de un alto recuento de bacterias o células somáticas como resultado de la existencia de enfermedades como la mastitis y elevado nivel de patógenos que disminuyen el precio recibido por la leche (Avni, 1999).

Vemos entonces que el ganadero debe ser el primer interesado en producir leche de alta calidad con las ventajas que ello le proporciona. Por otra parte, la leche de alta calidad ha de permitir a la industria recibir una materia prima apropiada para sus exigencias industriales.

La necesidad de aumentar el consumo de este alimento y sus derivados en los distintos sectores de la población exigirán que la calidad de los mismos sea cada vez mayor, lo que de seguro se convertirá en una regla para lácteos y otros productos de origen animal.

2.2 Propiedades organolépticas y físicas de la leche.

2.2.1 Propiedades organolépticas

2.2.1 Sabor y olor

La leche producida bajo condiciones adecuadas tiene un gusto ligeramente dulce y tiene sabor aromatizado. El sabor agradable de la leche se debe al alto contenido de lactosa y bajo contenido de cloro (Revilla, 1969). El aroma proviene principalmente de la grasa. Tanto el sabor como el olor se afectan muy fácilmente por los alrededores mal aseados por la alimentación de la vaca (Judkins y Keener, 1978).

2.2.2 Color

Las micelas de caseína reflejan luz, lo que otorga el color blanco de la leche. Los carotenos de la grasa poseen diferentes grados de pigmento amarillo lo que le otorga a la crema su color amarillento característico. Esto varía con la raza de la vaca y con la alimentación. Si las micelas de caseína son destruidas uniendo calcio con citrato, la leche se transforma en un líquido transparente amarillento (Wattiaux y Homan 1999). El color blanquecino de la leche es debido a la reflexión de luz por los glóbulos grasos, el caseinato de calcio y el fosfato coloidal (Revilla, 1969). En esencia, el color blanco se debe a la participación de las micelas de caseína (Larson, 1985)

2.3. Propiedades físicas:

2.3.1 Densidad

La densidad de la leche es el grado de peso de una unidad de volumen de leche comparada (dividida por) con el peso del mismo volumen de agua a la misma temperatura. La misma depende del contenido de grasa y proteína. El agua posee una densidad de 1 g/ml, pero la densidad de la grasa es menor que la del agua y la de los sólidos no grasos es mayor que la del agua (Davis, 1979). Una muestra a 4°C con 3% de grasa podría tener una densidad de 1.0295 g/ml, mientras que la leche con un contenido de 4.5% posee una densidad de 1.0277 g/ml. A medida que la leche se calienta, su estructura globular cambia y la densidad decrece (Wattiaux y Homan, 1999). La densidad específica media de la leche es de 1.032, mientras que la grasa es 0.93 y los sólidos no grasos de 1.616 g/ml (Judkins y Keener, 1978).

2.3.2. Punto de congelamiento

La leche se congela a 31°F (-0.550°C) siendo su variación de 31.1 a 30.9° F. Los constituyentes solubles (lactosa y sales) determinan el punto de congelamiento y son los que hacen que éste sea menor que el agua. Las grasas y proteínas tiene muy poco o nada que ver con el punto de congelación de la leche (Revilla, 1969).

2.3.3 pH

La leche normal posee un Ph de 6.6 a 6.8. Según Atherton (1984), la leche fresca recién extraída de la ubre presenta ácido láctico en escasa cantidad (0.002%). El mismo se produce cuando la lactosa se fermenta con el paso del tiempo. Cuando el Ph disminuye a 4.7 a temperatura ambiente, las proteínas se coagulan. Esto ocurre a Ph alto y a alta temperatura (Wattiaux y Homan, 1999).

2.3.4 Punto de ebullición

El punto de ebullición de la leche varía entre los 100°C y 101.1°C (Judkins y Keener, 1978).

2.4. Aspectos generales de la leche bovina.

La leche es una fuente importante de proteínas, minerales y vitaminas en la dieta animal y humana, y el interés por su composición ha ido en aumento durante los últimos años. Anteriormente se prestaba atención prioritaria al contenido de grasa. Un buen contenido de grasa se consideraba como una medida de la calidad de la leche. Sin embargo, actualmente se considera que el contenido de sólidos no grasos de la leche, en especial el de proteína tiene igual, sino mayor valor que el contenido de grasa (Castle y Watkins, 1988).

Su composición resulta muy notable, ya que la mayoría de sus componentes se sintetizan especialmente para formar parte de ella, y no se encuentra en ninguna otra parte del organismo (Calvo y col., 1999). Mediante la leche, la madre suministra a su cría todos los nutrientes que necesita, tanto para cubrir sus necesidades de energía, proteínas, vitaminas y minerales. También le suministra sustancias biológicamente activas, como enzimas, factores de crecimiento, agentes protectores o anticuerpos (Guidry, 1985; Roy, 1980; Larson et al, 1980; Jenness, 1985).

La principal razón de que las vacas lecheras tengan un papel tan prominente en nuestra economía es su capacidad de producir grandes cantidades de leche de buena calidad. Todos los alimentos constituyentes de la leche proceden de la sangre de la vaca, algunos son modificados por los tejidos de la glándula mamarias y otros aparecen en forma análoga en la leche y en la sangre (Davis, 1979).

2.4.1 Composición química de la leche.

La leche es una combinación de diferentes suspensiones de variadas sustancias en agua. *Contiene suspensiones coloidales de pequeñas partículas sólidas de caseína (micelas); una emulsión de glóbulos de grasa de la leche y vitaminas liposolubles que se mantiene en suspensión; una solución de lactosa, proteínas solubles en grasa, sales minerales y otras sustancias.*

Algunas de las relaciones con los constituyentes son muy estables y pueden ser utilizados para indicar si se ha realizado algún tipo de adulteración en la composición de la leche (Wattiaux y Homan , 1999).

Virtualmente, todos los principales componentes son sintetizados en la ubre a partir de diversos precursores que son tomadas selectivamente de la sangre. La dieta de la vaca es la fuente última de la mayoría de los materiales usados en la síntesis de la leche, y variaciones en la cantidad y tipo de alimentos ingeridos influyen sobre el rendimiento y composición de la leche (Davis, 1979).

Los productos de la digestión que son absorbidos desde el rumen e intestino delgado hacia la sangre dependen no solo de la ración de la vaca si no de los tipos de microorganismos establecidos en el rumen. Por consiguiente, la relación entre la dieta y los componentes de la leche es compleja (Castle y Watkins, 1988).

2.4.1.1 Agua

La leche es aproximadamente 87% de agua y es segregada junto a componentes hidrosolubles siendo los más importantes cuantitativamente: lactosa, sodio, potasio y cloro. La cantidad de agua segregada, y en consecuencia el rendimiento lechero, están relacionada íntimamente con la

cantidad de lactosa sintetizada y segregada en la ubre (Castle y Watkins, 1988).

El agua que va en la leche es transportada a la glándula mamaria por la corriente circulatoria, proviniendo principalmente de la dieta y en un grado mucho menor de la combustión de energía del cuerpo (Wattiaux y Homan, 1999).

La producción de leche es afectada rápidamente por una disminución en el consumo de agua y cae el mismo día que su suministro es limitado o no se encuentra disponible. Esta es una de las razones por las que la vaca debe tener libre acceso a una fuente de agua abundante todo el tiempo (Keating y Rodríguez, 1986).

2.4.1.2. Carbohidratos

El azúcar de la leche se llama lactosa. La lactosa sólo se encuentra en la leche; es un disacárido, lo que quiere decir que está formada por moléculas simples de azúcares o monosacáridos que son la galactosa y la glucosa. Por lo tanto, posee dos veces el valor calórico (contenido de energía) por moléculas comparado con la glucosa, lo que significa que por unidad de presión osmótica, la lactosa puede poseer el doble de energía para el ternero al compararse con la glucosa (Davis, 1979).

La lactosa constituye el 52% del total de sólidos en la leche y un 70% de los sólidos en el suero. La lactosa no se encuentra generalmente en productos naturales que no sean lácteos y en los animales se produce solamente en la glándula mamaria. Cuando la lactosa se produce en las células secretorias, el agua es arrastrada dentro del alvéolo del tejido mamario para mantener una presión osmótica constante de los materiales en solución (Castle y Watkins, 1988).

La concentración de éste carbohidrato en la leche es relativamente constante y promedia alrededor de 5% (4.8% -5.2%). A diferencia de la concentración de grasa en la leche, la concentración de lactosa es similar en todas las razas lecheras y no puede alterarse fácilmente con prácticas de alimentación (Keating y Rodríguez, 1986).

2.4.1.3 Proteínas

El nitrógeno se encuentra en la leche de dos maneras, como proteína y como nitrógeno no proteico. Las proteínas constituyen entre 3.0 y 4.0% del peso total de la leche, o 30 – 40 gramos por litro. Existe una estrecha relación entre la cantidad de grasa y la de proteína; cuanto mayor cantidad de grasa existe, mayor será la cantidad de proteína (Davis, 1979).

Las proteínas se clasifican dentro de dos grandes grupos: caseína y proteínas séricas. La *caseína* constituye el 80% de la proteína de la leche y

se libera de las células secretorias dentro de la leche como "*micelas*" que son complejas o grupos de varias moléculas de caseína unidas entre sí por fosfato de calcio y otras sales. Existen tres tipos importantes de caseína llamados alfa (α), beta (β) y Kappa (K) caseína (Castle y Watkins, 1988).

En el ternero recién nacido, los ácidos del estómago y la enzima renina precipitan la caseína permitiendo una digestión eficiente de la proteína por medio de enzimas proteolíticas. El comportamiento de los diferentes tipos de caseínas en la leche al ser tratada con calor, diferente pH (acidez) y diferentes concentraciones de sal, provee las características de los quesos, los productos de leche fermentada y las diferentes formas de leche (Keating y Rodríguez, 1986).

Las proteínas séricas se encuentran en solución en la fracción acuosa de la leche, a diferencia de la caseína que se encuentra suspendida en micelas; las mismas incluyen aquellas específicas para la leche y aquellas que se encuentran también en el suero. Dentro de las proteínas séricas se puede mencionar: alfa - lactoalbúmina, Beta - lactoglobulina, albúmina, inmunoglobulina, lactoferrina, lactoperoxidasa, enzimas, ceruloplasmina, prolactina y lactógeno placentario. La alfa - lactoalbúmina se encuentra en todas las especies y provee además, de aminoácidos esenciales. En la glándula mamaria, la alfa - lactoalbúmina es un precursor importante de la enzima lactosa sintetiza que sintetiza la lactosa; por lo tanto, la alfa -

lactoalbúmina es un factor importante al determinar el grado de producción de lactosa, que a su vez determina el volumen de leche producida. La Beta – lactoglobulina se encuentra en la leche de las especies unguladas y parece ser la principal fuente de aminoácidos para el recién nacido. La albúmina en la leche refleja concentraciones de la misma sustancia en la sangre. Las inmunoglobulinas, también conocidas con el nombre de anticuerpos, son proteínas capaces de reconocer y unirse específicamente a las estructuras contra las que están dirigidas (los antígenos) permitiendo su reconocimiento y facilitando su destrucción por el conjunto del sistema inmune. Las inmunoglobulinas se encuentran en una elevada proporción en el calostro, y en pequeña cantidad en la leche, y proceden de la sangre o son sintetizadas en la propia glándula mamaria. Durante el primer día de vida, el recién nacido los absorbe íntegros a través del intestino, que aún no es eficaz como barrera, transfiriéndolas a la sangre (Wattiaux y Homan, 1999).

La lactoferrina participa en la protección del recién nacido frente a los microorganismos; tiene como propiedad principal la de unir fuertemente el hierro, que es el que le da su color característico. En la vaca, esta proteína es también abundante en el calostro, pero su concentración en la leche definitiva es muy baja; puede recuperarse de subproductos como el lactosuero de quesería, y añadir a productos para la alimentación animal (Whittemore, 1984).

La lactoperoxidasa es una enzima muy abundante en la leche de vaca, pero se encuentra en una concentración bajísima, casi indetectable, en la leche humana. Forma parte de un sistema defensivo relativamente complejo que permite la formación en la propia leche o en el tubo digestivo de sustancias con gran poder antimicrobiano. Las enzimas presentes en la leche desempeñan un gran número de funciones. Con el tiempo las lipasas y proteasas pueden atacar las grasas y proteínas de la leche en sí y ser responsables por la pérdida de sabor y el cambio de las características a medida que estas sustancias se degradan. Una de las funciones de la pasteurización es la de inactivar estas enzimas; la actividad constante de una enzima, la fosfatasa alcalina, se utiliza para indicar una pasteurización inadecuada (Calvo y col, 1999).

El nitrógeno no proteico es responsable por solo el 6% del nitrógeno de la leche. Comprende aminoácidos, urea y otras sustancias nitrogenadas no proteicas que típicamente se encuentran en la sangre (Wattiaux y Homan, 1999).

2.4.1.4 Grasas

Los lípidos forman entre el 3.5 a 5.25% de la leche, variando entre razas de bovinos y de acuerdo a la nutrición. La grasa se encuentra presente en la leche como pequeños glóbulos en suspensión en el agua; la mayor parte se encuentra en forma de triglicéridos, formados por la unión de

glicerol y ácidos grasos. A medida que la lactancia progresa, el tamaño de los glóbulos de grasa fluctúan de acuerdo con la especie y la raza del animal. Por ejemplo, en los bovinos de leche, los glóbulos de grasa son de mayor diámetro en las razas Jersey y Guernsey que aquellos de las razas Holstein y Ayrshire (Keating y Rodríguez, 1986).

La grasa de la leche contiene predominantemente ácidos grasos de cadena corta (cadenas de menos de 8 átomos de carbono) unidos por un ácido acético derivado de la fermentación del rumen. La leche contiene una cantidad menor de cadena media (10 – 14 carbonos); éstos incluyen algunos como el butírico y caprílico, que son los responsables del sabor de la leche. Los ácidos grasos de cadena larga de la leche son principalmente insaturadas (deficientes de Hidrógeno), siendo el oleico el predominante y los polinsaturados, el linoleico y linolénico. Los dos últimos ácidos grasos son componentes importantes de la leche ya que el cuerpo no puede sintetizarlos y deben de provenir de la dieta (Davis, 1979). Los fosfolípidos son triglicéridos en los que una de los grupos de ácidos grasos ha sido reemplazada por un fosfato y un grupo orgánico. Uno de los fosfolípidos más importantes es la lecitina (Wattiaux y Homan, 1999).

La grasa de la leche procede de los ácidos grasos de los triglicéridos contenidos en la sangre o sintetizados a partir del acetato y Beta – hidroxibutirato del plasma sanguíneo. La fracción grasa de la leche sirve

como transportador de las vitaminas liposolubles, colesterol y otras sustancias liposolubles como los carotenoides (provitamina A) que le otorgan su color cremoso amarillento (Castle y Watkins, 1988). La producción de la misma es un proceso de síntesis realizado en los tejidos mamarios, utilizando productos de la digestión y material procedente de la descomposición de las grasas del cuerpo (Davis, 1979).

2.4.1.5 Vitaminas

Son una aportación nutritiva muy importante de la leche. Las vitaminas liposolubles A, D, E, y K son transportadas en la leche. La vitamina A no puede ser sintetizada y son dependientes del consumo en la dieta. Se encuentra en la leche en cantidad proporcional a la cantidad que se encuentra en el cuerpo de la vaca; por tanto, el estado de la nutrición vitamínica de la vaca es determinante (Miller, 1986).

La vitamina D2 en la leche procede de las plantas que la vaca consume, mientras que la vitamina D3, es producida en la piel a través de la acción de la luz ultravioleta sobre el ergosterol (Maynard y Loosli, 1976).

Las vitaminas solubles en agua se encuentran presentes en la fracción sérica de la leche. La leche es especialmente rica en riboflavina (vitamina B2) y es una buena fuente de las otras vitaminas B. La vitamina C se encuentra en la leche fresca, pero los procesos ordinarios de preparación

y distribución la destruyen antes de que leche llegue al consumidor. Las vitaminas solubles en agua se incorporan sin alteración a la leche desde la sangre; como son sintetizados por las bacterias en el estómago de la vaca, la riqueza en vitamina B de la leche es relativamente constante (Davis, 1979). La clase y calidad del alimento proporcionado a la vaca se sabe que tiene influencia sobre el contenido de vitaminas de la leche.

2.4.1.6 *Minerales*

El contenido mineral de la leche es el menos variable de todos sus constituyentes. Los minerales de la leche están compuestos de sales ácidas y alcalinas de potasio, calcio, sodio; y se presentan particularmente en solución y parcialmente en suspensión. A causa del hecho de que los elementos metálicos se encuentran en mayor cantidad que los no metálicos, el contenido mineral es de carácter alcalino (Judkins y Keener, 1978).

La materia mineral de leche está constituida por un cierto número de elementos diferentes. Los principales son el calcio y el fósforo. Todos los minerales son incorporados directamente a la leche desde la sangre de las vacas pero algunos de ellos están sujetos a combinaciones biológicas que son especiales en la leche (Davis, 1979). En la mayoría de los casos, con la excepción del sodio, las contracciones en la leche son mucho mayores que en la sangre.

El citrato en particular se encuentra en altas concentraciones en la leche y se cree que es importante para la estabilidad de las micelas de caseína (Wattiaux y Homan, 1999). Castle y Watkins (1988), señalan que las cenizas de la leche contienen los macrominerales calcio, fósforo y magnesio, además de potasio, sodio y cloro y una amplia gama de elementos vestigiales incluidos hierro, manganeso y yodo.

2.4.1.7 Células

Las células de los tejidos y los fragmentos de células que se encuentran en la leche proceden de la degeneración de las células secretoras y, al parecer del paso de algunos glóbulos blancos de la sangre al área de secreción (Davis, 1979).

Las células somáticas en la leche no afectan la calidad nutritiva si el conteo es menor a 400,000/ml (Philpot y Nickerson, 1986). Ellas son importantes solamente como indicadores de otros procesos que pueden estar sucediendo en el tejido mamario, incluyendo inflamación. Es de obligado cumplimiento que la leche destinada al consumo o transformación en cualquier otro producto lácteo, deba cumplir los requisitos de tener una concentración inferior a las 400,000 células somáticas por mililitro y a los 100,000 gérmenes por mililitro (Martín, 1992).

2.4.1.8 Gases

La leche contiene algunos gases absorbidos como bióxido de carbono, oxígeno y nitrógeno. El bióxido de carbono se incorpora a la leche en la ubre de la vaca, y el oxígeno, el nitrógeno y otros gases se incorporan a ella durante la ordeña. Los gases de la leche se pueden formar también por el desarrollo de ciertas bacterias; lentamente se desprenden de ella mientras ésta reposa y se eliminan casi por completo durante la pasteurización (Philpot y Nickerson, 1986).

2.5. Factores que afectan la producción y composición de la leche.

2.5.1 Raza

La composición de la leche es afectada apreciablemente por la raza dada las diferencias en sólidos totales y sólidos grasos primordialmente. Las diferencias en la composición de la leche producida por algunas de las razas lecheras más importantes se muestran en el cuadro 3.

La mayor diferencia de los componentes la encontramos en el contenido de grasa. El contenido de proteína varía en el mismo sentido que las grasas, pero la variación es considerablemente menor. El contenido total de sólidos y el de sólidos no grasos aumenta en proporción al porcentaje de grasas. No hay mucha diferencia en el contenido de lactosa o de minerales en la leche de las diferentes razas (Hodgson y Reed, 1980).

Cuadro I. Promedios porcentuales de grasa, sólidos no grasos (SNG), sólidos totales, proteína, relación SNG/grasa y proteína/grasa (p/g) en la leche de las principales razas lecheras.

Raza	Grasa	SNG	S. Totales	Proteína	SNG/G	P/G
Ayrshire	3.99	8.52	12.55	3.34	2.13	0.84
Guernsey	4.87	9.01	13.94	3.62	1.85	0.74
Holstein	3.70	8.45	12.10	3.11	2.28	0.84
Jersey	5.13	9.21	14.39	3.80	1.80	0.74
Pardo Suizo	4.16	8.99	13.20	3.53	2.16	0.85

Fuente: Wilcox y col., 1971

La raza con mayores rendimientos, produce la leche con menores contenidos en grasa y proteína, mientras que estos principios alcanzan unos contenidos máximos en la leche de vacas con rendimientos bajos. Los valores correspondientes a la lactosa tienden a ser ligeramente mayores en la leche rica en grasa que en la producida por razas con bajo contenido de grasa, y así también son superiores los contenidos de sólidos no grasos (proteína + lactosa + cenizas) (Rook, 1961). Como resultado de la relación de los contenidos de grasa y sólidos no grasos, la elección de vacas para la producción de leche rica en grasa asegurará también un alto contenido de sólidos no grasos (Castle y Watkins, 1988). En la actualidad existe interés en obtener vacas cuya leche sea cada vez más rica en proteína, hecho que

solamente puede alcanzarse mediante análisis regulares del contenido en proteína de leche obtenida de animales individuales.

La selección para reposición en el hato siempre es preferible realizarla entre vacas con elevados rendimientos de leche rica en grasa y en sólidos no grasos, ya que comparativamente es elevada la heredabilidad de los contenidos característicos de grasa y de sólidos no grasos (Hudgson y Reed, 1980).

2.5.2 Edad y número de lactaciones

Mientras que el contenido de grasa láctea permanece relativamente constante, el contenido gradual de proteína en la leche decrece con el avance de la edad. En un estudio de la raza Hostein a través del DHIA (Asociación para el Mejoramiento de Hatos Lecheros); los registros de lactación indican que el contenido de proteína en la leche típicamente decrece de 0.10 a 0.15 unidades durante un periodo de 5 o más lactaciones o aproximadamente 0.02 a 0.05 unidades por lactación (Waldner y Looper, 1999).

Según Whittemore (1995), los constituyentes orgánicos de la leche, en general, van disminuyendo de forma paulatina con la edad de los animales, sobre todo el porcentaje de grasa y lactosa (2-3 g/lactación), mientras que el porcentaje de proteína total lo hace en menor proporción, ya

que el descenso en caseína se compensa con una elevación en el contenido de proteína del suero. A partir de la quinta lactación, los cambios en la composición química de la leche tienden a ser mínimos.

Bachman y Harris (1995), manifiestan que el contenido de sólidos no grasos en la leche decrece con la edad de la vaca. Castle y Watkins (1988), igualmente opinan que según envejecen las vacas descienden ligeramente los contenidos de grasa, sólidos no grasos, proteína bruta y lactosa de la leche. La edad de la vaca es un factor que influye considerablemente en el rendimiento de leche, pues el volumen aumenta a partir de la primera lactación hasta la tercera o cuarta y se mantiene hasta la séptima lactación luego se estaciona y/o por edad inicia su reducción. Este aumento obedece en gran parte al desarrollo del animal y a su capacidad para consumir grandes cantidades de alimento (Hodgson y Reed, 1980).

2.5.3. Estado lactacional

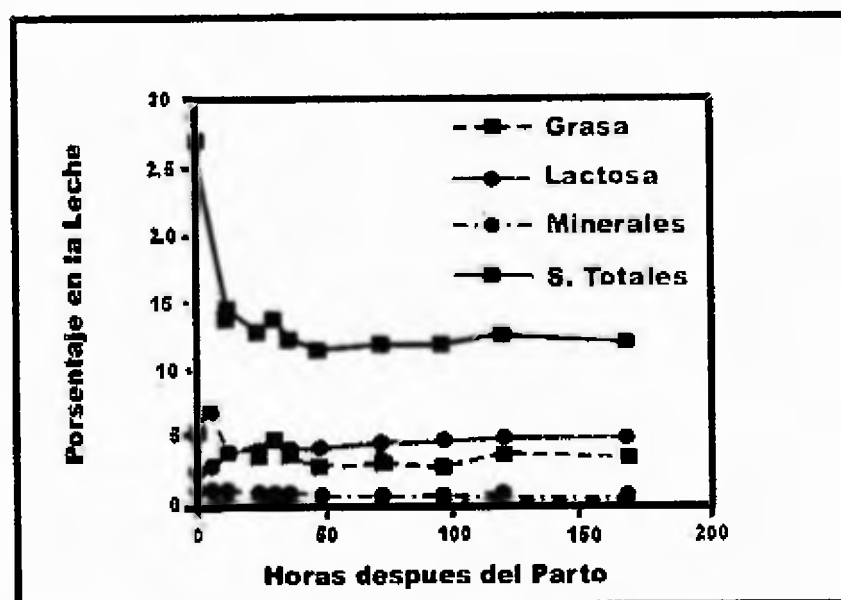
A medida que avanza el periodo de lactación, ocurren variaciones en el rendimiento y en la composición de la leche (ver figura 1).

La primera leche que la vaca secreta después del parto se llama calostro y difiere mucho en su composición de la leche normal. Comparado con la composición de la leche normal, el calostro es rico en sólidos totales,

minerales y las proteínas albúmina y globulina; sin embargo, la leche es más alta en caseína, grasa y lactosa (Hodgson y Reed, 1980).

Figura 1.

**Cambios en los Porcentajes de los Componentes de la Leche
Inmediatamente Después del Parto.**



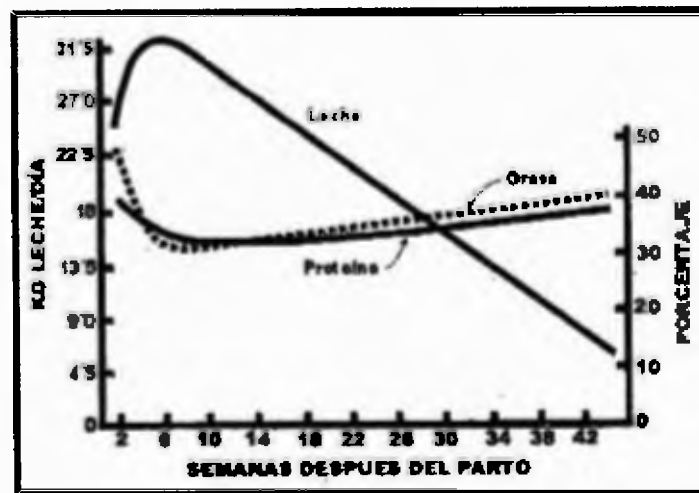
Fuente: (Hodgson y Reed, 1980)

Según Castle y Watkins (1988), el contenido de lactosa sigue una pauta diferente, ya que el máximo se alcanza cuando se producen los mayores rendimientos de leche y después descende lentamente a lo largo del periodo de lactación, aunque su descenso es más que compensado por el incremento de los restantes componentes de la leche.

El porcentaje de grasa de la leche se va modificando a medida que avanza la lactación. El mayor aumento tiene lugar durante los últimos tres meses, ya que la producción de la grasa no declina tan rápidamente como la producción de los otros constituyentes (ver figura 2). El tamaño de los glóbulos grasos de la leche tiende a disminuir hacia el final de la lactación (Davis, 1979; Judkins y Keener, 1978; Wattiaux y Homan, 1999). El progreso de la lactación sobre el porcentaje de grasa está íntimamente asociado en éste respecto con la estación del año y con la condición corporal de la vaca al parir.

Figura 2.

Efecto del Progreso de la Lactación Sobre la Curva Lactacional y los Componentes Lácteos.



Fuente: Wood, 1974.

Dentro de cualquier lactación, la grasa láctea y los sólidos no grasos son relativamente altos durante el primer mes, pero son bajos durante el pico de producción de leche y posteriormente aumentan con el progreso de la lactancia (Bachman y Harris, 1995). Normalmente, un incremento en la producción de leche es acompañada por una disminución en el porcentaje de grasa y proteína en la leche (Stokes y Jordan, 1999).

La alimentación y en especial los aportes energéticos y de nitrógeno de la dieta influyen sobre la evolución de la composición de la leche en el curso de lactación, pero puede haber interferencias con otras causas de variación; en particular con los factores climáticos (Alais, 1981).

Para que la producción láctea sea de máxima eficiencia, las vacas deben alcanzar una producción máxima de alto valor y mostrar una buena persistencia o capacidad para mantener un nivel de producción relativamente elevado durante toda la lactación (Davis, 1979).

2.5.4 Condición corporal de la vaca al parto.

El estado de las carnes refleja los efectos acumulativos de la alimentación previa, y así, los efectos inmediatos de una ración mala sobre la composición de la leche puede reducirse si las vacas se hallan en buenas condiciones corporales y pueden ser movilizados los tejidos corporal (Castle y Watkins, 1988). La alimentación anterior a la lactación influye sobre la

producción de leche. Se ha observado que las vacas que están en buen estado de carnes en el momento del parto, inician la lactación con una producción de leche 25 por ciento mayor que las que paren estando flacas (Davis, 1979).

Las vacas en buen estado de carnes, pueden sufrir un menor descenso de la producción que las vacas flacas como resultado de una alimentación deficiente.

Existe, por consiguiente buenas razones para proporcionar una alimentación extra antes del parto para asegurar que el animal se halla en buenas condiciones para afrontar un elevado rendimiento lácteo y producir leche rica en sólidos no grasos y proteína (Judkins y Keener, 1978).

El sistema más común de condición corporal usado es la escala de 5 puntos originalmente propuesta por Wildman y col. (1982), el cual utiliza una escala de condición corporal 1 para extremadamente flaca y una condición 5 para extremadamente gorda. Este sistema incluye una combinación de estimación visual y palpación manual para una puntuación de un animal individual. Edmünson y col. (1989), propuso un sistema de condición corporal usando una escala de 5 puntos basados en una estimación visual de solo 8 localizaciones corporales por separado. Básicamente, el sistema de calificación de la condición corporal diferencia a los animales de acuerdo a su grado de carne (principalmente grasa) que cubre las vértebras

lumbares, la pelvis y el maslo de la cola, área costal, y situaciones corporales en general con la especificación de cada 0.25 en la escala entre un porcentaje y otro desde el 1 a 5 respectivamente.

2.5.5 Enfermedades

Las enfermedades ejercen una elevada influencia sobre la producción y la composición de la leche en el ganado vacuno. La reacción más frecuente del animal enfermo es disminuir la secreción láctea en cantidad y calidad (Richard, 1992). Las enfermedades del aparato reproductor tiene un efecto indirecto, pero serio sobre la producción, porque prolongan el intervalo entre partos (Alais, 1981).

Aunque otras enfermedades pueden afectar el contenido y la distribución de los componentes de la leche, la mastitis ha sido la enfermedad predominantemente estudiada. La mastitis da lugar a una reducción en el contenido de grasa, lactosa, y caseína, y un aumento en el contenido del suero de la leche (Chandler, 1970). Estos cambios en las proteínas de leche, conjuntamente con aumentos en el pH, como también en el contenido de sales (cloruro de sodio), dan lugar a producciones más bajas de queso y a una alteración en las características de fabricación (Waldner y Looper, 1999). Según Reneau (1995), la mastitis produce una disminución de la producción lechera dependiendo del grado de infección, entre un 5 a 40% y modifica la composición de la leche. Esta modificación

en la composición, así como la disminución en rendimiento, no vuelve necesariamente a sus valores normales cuando el animal se recupera, no alcanzándose habitualmente la normalidad hasta por lo menos en la siguiente lactación. La leche de vacas con cuentas elevadas de células somáticas (mayor a 500,000 células somáticas/ mililitro) tienen un tiempo más largo de coagulación y forman un cuajo débil en comparación con la leche de vacas con un conteo de células somáticas más baja (Stokes y Jordan, 1999).

La cetosis, dependiendo de la gravedad de la enfermedad, reduce el rendimiento lechero e incrementa también notablemente el contenido graso de leche. No aparece tan claro el efecto de otras enfermedades sobre la composición de la leche, aunque cualquier alteración que eleve la temperatura corporal por encima de 39°C reducirá el rendimiento lechero y el contenido de sólidos no grasos, con tendencia a aumentar el contenido de grasa (Castle y Watkins, 1988).

2.5.6 La gestación

La gestación parece tener poca influencia en la producción de leche hasta el quinto mes aproximadamente; en este momento, la producción empieza a decrecer más rápidamente que en las vacas no preñadas. Esta reducción se debe probablemente, en gran parte a modificaciones en el equilibrio hormonal y no a las necesidades de los principios nutritivos del feto en desarrollo, pues éstas son muy moderados en relación con las de

secreción de la leche (Alais, 1981). La gestación produce un aumento en la caída de la producción de leche como consecuencia de la utilización de los nutrientes (Bauman, 1980), así como por la influencia hormonal propia de la gestación (Hafez, 1983) y al deterioro del parénquima mamario como ajuste homocinético y homeorrético de origen endocrino (Araúz, 2001).

La mayor parte del descenso tiene lugar durante el séptimo mes de gestación, que suele ser el último de lactación, con una reducción en la producción diaria de un 20% o más. El incremento de las necesidades fetales y, más probablemente, el mecanismo hormonal (elevación de progesterona y estrógeno), está en el origen de este descenso. Igualmente, puede tener también un efecto directo, aumentando los sólidos totales a partir del cuarto mes de la gestación (Whittemore, 1984).

Según Bachman y Harris (1995), las vacas que generalmente conciben van a aumentar su contenido en sólidos no grasos sobre aquellas que se mantienen abiertas durante su lactación. Esto se debe a que la preñez causa un declive en la producción de leche, consecuentemente el porcentaje de sólidos no grasos aumenta.

2.5.6.1 Frecuencia de ordeños

El número de veces que se ordeña una vaca diariamente, influye en la cantidad de leche y su contenido de grasa. Los intervalos desiguales

entre los ordeños determinan diferencias, tanto en la cantidad como en la composición de la leche. Después de un largo intervalo, se obtiene mayor cantidad de leche con un contenido de grasa ligeramente menor. A igualdad de intervalos entre ordeños, la leche de la mañana tiende a ser algo menos rica en grasa, pero su volumen es algo mayor (Hodgson y Reed, 1980). Se ha observado en condiciones del trópico húmedo, que la producción láctea total con intervalo de tiempo de 12 horas está representada en un 54 a 58% en el ordeño de la mañana; mientras que la diferencia (42 a 46%) se produce en el ordeño de la tarde (Araúz, 1999).

Según Castle y Watkins (1988), si los intervalos entre un ordeño y otro son iguales, no habrá mucha variación en la composición de la leche; si las vacas se ordeñan una sola vez al día, el contenido de grasa será más escaso que si se ordeña dos veces. Conviene señalar entonces que los intervalos entre los ordeños sean tan iguales como sea posible e igualmente cuando se ordeña una sola vez al día debe hacerse a la misma hora todos los días.

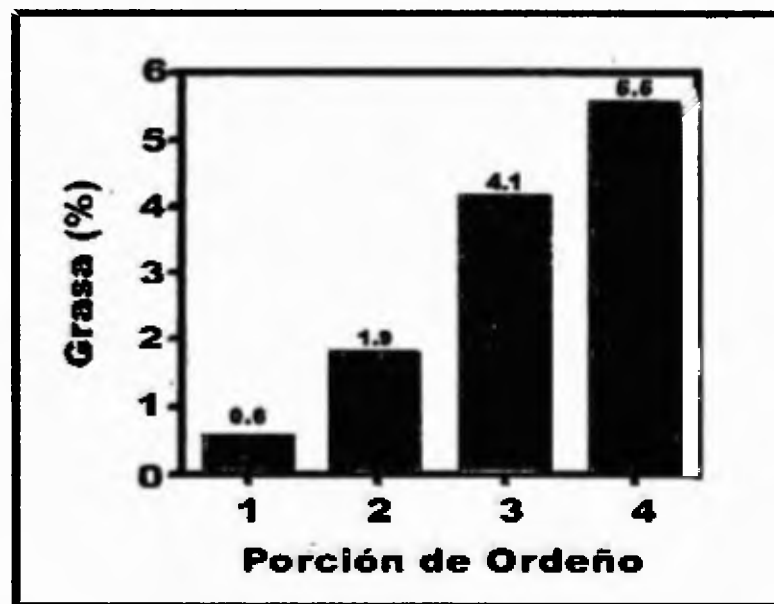
Pelessier (1983) y Head (1985) señalan que la frecuencia de ordeño de 3 veces versus 2 veces en 24 horas produce un aumento en el rendimiento lácteo que oscila entre 10 a 25%; mientras que el resultado está afectado por el momentum lactacional (Larson, 1985). La realización de

más de dos ordeños por día será ventajosa si la mayor cantidad de leche obtenida compensa el gasto de obtenerla (De Armas, 2001).

La primera leche extraída de la ubre es pobre en grasa, y el contenido aumenta según avanza el ordeño, con valores máximos en los últimos chorros obtenidos (ver figura 3). Así, si las vacas son ordeñadas incompletamente, mostrarán fluctuaciones a corto plazo en el contenido de grasa (Alais, 1981). Durante un ordeño, la composición de la leche varía, siendo al comienzo más rica en proteína, sales y lactosa, pero más pobre en grasa.

Figura 3.

Cambios en el Porcentaje de Grasa Durante un Ordeño.



Fuente: Alais, 1981.

2.5.7 Estación del año

Según Stokes y Jordan (1999), en Nuevo México los porcentajes de grasa y proteína de la leche son altos durante el otoño e invierno y más bajos durante la primavera y el verano. Esta variación se relaciona a los cambios en los tipos de alimentación y las condiciones climáticas.

Algunas investigaciones muestran un incremento en los sólidos no grasos cuando las vacas pastorean el rebrote de invierno, lo cual está asociado a un incremento en el consumo de energía. En general, los valores de sólidos no grasos del verano son más bajos que los valores de sólidos no grasos durante el otoño e invierno (Waldner y Looper, 1999). Los periodos de sequía, altas temperaturas y alta humedad bajan el consumo de forraje y fibra resultando en una disminución en el consumo de materia seca (Bachman y Harris, 1995).

2.5.7.1 Alimentación

La alimentación es uno de los factores extrínsecos más importantes que afectan la forma de la curva lactacional. En general, se puede decir que la producción de leche se incrementa durante las 8 a 12 primeras semanas de lactación, y es gracias a la movilización de reservas corporales del animal que la producción no se ve afectada negativamente, a pesar del desfase entre el aumento de ésta y el de la ingestión (Miller, 1986). En

condiciones ideales a medida que avanza la lactación, la ingestión de nutrientes suele ser suficiente para cubrir las necesidades del animal, pudiéndose producir un excedente de nutrientes que se utiliza para reponer sus reservas corporales (Wattiaux, 1999).

El efecto de la alimentación sobre la cantidad y composición de la leche influyen de diversas formas. La subalimentación general lleva consigo una disminución de la cantidad de leche y con adelgazamiento del animal, que utiliza las reservas corporales para la secreción de la leche. El contenido en materia grasa solamente disminuye si hay una reducción simultánea de los aportes energéticos y nitrogenados

(Alais, 1981). Un nivel energético deficiente en la alimentación incrementa el porcentaje de grasa, mientras que disminuye la producción de leche y los porcentajes de proteína y lactosa (Chalupa, 1978).

La alimentación de la vaca tiene un efecto marcado en la composición de la leche, particularmente en el contenido de grasa láctea. Los componentes sólidos no grasos de la leche (proteína, lactosa y minerales) pueden variar con los cambios de la dieta, pero en un menor grado que el contenido de grasa (Bachman y Harris, 1995). Stokes y Jordan (1999), señalan que la concentración de grasa es la más sensible a los cambios en la dieta y pueden variar en un rango cercano a 3 unidades porcentuales. La

manipulación de la dieta resulta en cambio de la concentración de proteína aproximadamente 0.60 unidades porcentuales.

La reducción en la energía alimentaria en vacas altamente productoras por debajo de sus requerimientos puede disminuir los sólidos no grasos entre 0.2 a 0.5 unidades porcentuales (Bachman y Harris, 1995). Sin embargo, la energía adicional de alimentación en vacas altamente productoras puede incrementar los sólidos no grasos cerca de 0.2 unidades porcentuales (Stokes y Jordan, 1999). Cuando el consumo de elementos nutritivos se reduce y la producción de leche disminuye, el contenido de grasa aumenta momentáneamente, pero vuelve pronto a su nivel normal. La sobrealimentación provoca un aumento en la producción de leche, pero la composición de la leche varía poco (Alais, 1981).

Una deficiencia de proteína en las raciones no altera notablemente la composición de la leche, pero si la deficiencia se prolonga y la proteína es deficiente en alguno de los aminoácidos esenciales, la producción de leche disminuye (Hodgson y Reed, 1980). El suministro de más proteína que la indicada en el patrón de alimentación parece no tener efecto en el contenido proteico de la leche (Bachman y Harris, 1995). Esto concuerda con Virtanen (1966), quien manifiesta que la producción y la composición de la leche producida no es afectada por el exceso de proteína, excepto que el contenido de nitrógeno no proteico en la leche fue incrementado.

Una deficiencia de grasa en las raciones causa una pequeña reducción en la cantidad de leche pero no influye visiblemente en el contenido de grasa ni en los demás componentes de la leche. Las raciones que contienen un porcentaje más alto de grasas no aumenta ni la producción de leche ni el contenido de grasas (Judkins y Keener, 1988).

Los componentes de la ración modifican en gran medida la composición de la leche. El contenido en glúcidos y fibra bruta, así como su digestibilidad, influye sobre la riqueza en grasa al modificar los ácidos grasos volátiles en el rumen (Powell, 1939). El grado con el cual el contenido de grasa es disminuido varía con la composición de la ración. La administración de poca cantidad de fibra o la molida fina de los forrajes, da lugar a un descenso en la proporción de acetato y a un aumento de propionato (Miller, 1986). Este efecto es causado por alteraciones en el tipo y números de microorganismos en el rumen con el cual el acetato es disminuido con la consecuente reducción en la síntesis de ácidos grasos por la glándula mamaria (Van Soest, 1963). El acetato es utilizado como principal precursor de los ácidos grasos de la leche por el tejido mamario (Rook, 1961).

El porcentaje de grasa en la leche permanece relativamente constante al administrar una amplia gama de raciones con distintas relaciones forraje : concentrado (Miller, 1986). Además de los efectos sobre

la producción de ácidos grasos y la composición en grasa de la leche, el ganado lechero que recibe raciones de bajo contenido en fibra o con fibra finamente molida, puede presentar problemas digestivos o metabólicos (Montgomery, 1968). Si las raciones incluyen cantidades excesivas de fibra, el ganado lechero sería incapaz de consumir la cantidad de alimentos necesarios para cubrir sus necesidades de nutrientes. Aproximadamente, un 17% de fibra bruta o 21% de fibra ácido detergente en la materia seca, es suficiente para evitar los efectos perjudiciales de la escasez de fibra en la ración de la vaca lechera (NRC, 1978).

La alimentación y la composición de la leche deben ser considerados a largo plazo, probablemente a lo largo de todo el ciclo de vida de la vaca, y no en periodos cortos de unos pocos meses. Para una producción normal de leche es esencial una ración bien equilibrada en relación con todos los principios nutritivos. La diferencia de cualquiera de los principios nutritivos en relación con las necesidades de la vaca, reducirá la eficiencia de la ración y determinará una disminución en la producción de la leche (Davis, 1979).

2.5.8 Factores heredables

Un cambio en la composición de la leche usando técnicas tradicionales de cruzamiento ocurre lentamente, aunque las nuevas técnicas de manipulación genética pueden permitir un progreso más rápido en el futuro. Las producciones de leche, grasa, proteína y sólidos totales no son

afectados fácilmente por la genética; las estimaciones de heredabilidad para la producción son relativamente bajas, cerca de 0.25; mientras tanto, las estimaciones de heredabilidad para los componentes de la leche son bastante altos en 0.50 (Stokes y Jordan, 1999).

Bachman y Harris (1995), estiman que la heredabilidad para los sólidos no grasos y producción de grasa son 0.20 a 0.30. Inversamente, los factores ambientales tales como nutrición y el manejo de alimentación impactarán más sobre la producción que sobre la composición porcentual de los mayores constituyentes de la leche.

Anteriormente, los esfuerzos de selección se centraron sobre todo en lo referente a la materia grasa, cuya mejora ha repercutido ligeramente en los otros componentes. Actualmente, en lo que se refiere a la leche de consumo y a la de quesería, la preocupación gira entorno al contenido de proteínas; pero si la selección se realiza únicamente sobre este carácter, se provoca un aumento del contenido en materia grasa mayor que el de la proteína. Se ha llegado, por lo tanto, a una selección de los reproductores en función de la relación proteína versus materia grasa (Alais, 1981).

La producción de leche por vaca tiende a recibir la mayor atención por los productores; sin embargo, la producción de sus componentes no deben ser pasados por alto. El objetivo de la producción lechera debe dirigir la

selección genética hacia un incremento en la producción de grasa, proteína y sólidos no grasos (Waldner y Looper, 1999).

2.5.9 Nivel de producción

Las producciones de grasa, proteína, sólidos no grasos y sólidos totales se correlacionan altamente y positivamente con la producción de leche. Bajo programas de selección con énfasis en la producción de leche, la producción de grasa y proteína incrementan; sin embargo los porcentajes de grasa y proteína en la composición total disminuyen (Stokes y Jordan, 1999).

2.5.9.1 Alzada

En general, las vacas de más alzada de una raza son las que mayor cantidad de leche y grasa producen. Si una vaca es de gran talla y está bien desarrollada para su edad, tiene capacidad para digerir grandes cantidades de alimentos y convertirlos en leche. Una vaca pequeña, por el contrario, aunque reúna buenas condiciones para producir leche no puede consumir y digerir grandes cantidades de alimentos (Hodgson y Reed, 1980).

2.6 Factores que influyen en el nivel de grasa láctea

Tradicionalmente, la leche ha sido pagada en base al volumen y la grasa. El diferencial de precios para porcentaje de grasa ha pasado por

algunos patrones cíclicos reales en años recientes a medida que ha declinado el consumo de leche fluida y de grasa en esa leche (Kertz, 2002).

Uno de los componentes que más cambios sufre en su composición es la grasa. Según Guthrie (1967), algunos de los factores que afectan el nivel de grasa podemos mencionar: tensión calórica ambiental, fibra de la dieta, ingestión de materia seca, naturaleza de la dieta, densidad energética, raza, estado de lactación, estación del año y genética.

2.6.1 Alimentación

Las raciones que producen en el rumen ácidos grasos volátiles en un rango aproximado de 65% acético, 20% propiónico y 15% butírico usualmente producen un nivel normal de grasa en la leche (Hawkins, 1968).

Muchos factores son asociados con la alimentación que pueda afectar el nivel de grasa. Algunos de estos son: la relación forraje: concentrado, el quebrado y peletizado del concentrado, frecuencia de alimentación, buffers o aditivos en la ración, alimentación con aceites insaturados, nivel de proteína en la ración y otros (Regers y col. 1975).

2.6.2 Relación forraje: concentrado

Como regla general las raciones producen condiciones en el rumen que producen aceptables niveles de grasa láctea si ellas contienen 50% o más de forraje y al menos 17% de fibra cruda, 21% de fibra ácido detergente

y 28% de fibra neutro detergente (NRC, 1989). Sin embargo, raciones de 60 – 65% de forraje y 17 – 20% de fibra cruda producirán altos niveles de grasa en la leche (Montgomery, 1968).

Las raciones con menos de 50% de forraje causan una disminución en el porcentaje de grasa y usualmente está relacionada con el nivel de grano en la dieta (Rindoring, 1969). Según Kertz (2002), grandes cantidades de carbohidratos fácilmente digeribles con reducción en la cantidad de fibra causan una disminución de la rumia y una menor producción de saliva. Estas prácticas de alimentación que provocan que el rumen reciba súbitamente grandes cantidades de concentrados, “en oleadas”, han sido relacionado con la clásica depresión en grasa de la leche definida como una caída de 20 a 25% por debajo de lo normal.

En el cuadro IV se presentan datos donde las vacas fueron alimentadas con raciones en el rango de 10 a 100% de grano. Donde las raciones contienen más de 40% en grano, el porcentaje de grasa en la leche empieza a disminuir. También, cuando el forraje fue reemplazado por el grano, las vacas empezaron a ganar peso rápidamente, lo cual es indeseable. El aumento en grano en la dieta conduce a una disminución en el contenido de grasa hasta en 33% cuando hay cero por ciento de heno en la dieta.

Cuadro II. Efecto de la Relación Forraje : Grano en la Prueba de Grasa Láctea en Base a la Materia Seca de la Dieta.

Forraje – Grano con Porcentaje de la Materia Seca	90:10	60:40	30:70	0:100
Leche (lb)	31.2	38.6	37.6	38.5
Grasa (%)	3.6	3.6	3.5	2.4
Fibra cruda (%)	28.7	21.8	14.9	7.3
Proteína cruda (%)	17.5	17.8	17.5	17.4
Ganancia de peso (lb/día)	0.73	0.86	1.21	1.12

Fuente: *Ronning and Laber. J. D. Sci. 49 : 1080 – 1966.*

6.3 Quebrado y peletizado del concentrado y el forraje

Aparentemente el calor y la humedad con el quebrado y peletizado modifican el almidón y afecta el tipo de fermentación. A causa del tamaño del pelet, una asociación de factores puede hacer que la vaca pueda comer más grano, por lo tanto la relación de forraje a grano, el tipo de fermentación en el rumen y el nivel de grasa en la leche son alterados (Hawkins, 1968). El cuadro 5 muestra el efecto de alimento peletizado y no peletizado en el nivel de grasa láctea.

Cuadro III. Efecto de la Peletización en el Nivel de Grasa Láctea.

Ingredientes en la Ración	Porcentaje de Grasa en la Leche	
	No peletizado	Peletizado
49% Maíz	3.7	2.7
35% Maíz	3.5	3.2

Fuente: Hawkins, G.E. Sunbelt Dairyman. Feb. 1968.

Cuando el heno es picado en menos de $\frac{1}{4}$ de pulgada y el ensilaje en menos de $\frac{3}{8}$ de pulgada, estos tamaños pueden tener un efecto en la prueba de grasa porque el alimento pasa rápidamente a través del rumen y de este modo afecta la fermentación ruminal (Rogers, et al. 1985).

2.6.4 Nivel de fibra

La recomendación mínima del nivel de fibra en la ración es un 17% (NRC, 1989, 2001). Es esencial que la ración total suministre un mínimo de 15 libras ó 1 a 1.50 % del peso corporal como equivalente a forraje (Guthrie, 1997): La fibra ayuda a mantener la salud ruminal y el porcentaje normal de grasa en la leche.

Una medida de adecuado nivel de forraje en la dieta es el porcentaje de vacas rumiando cuando están en reposo. Se ha observado que cuando

hay menos de 60% de vaca rumiando algunas horas después de comer, es muy probable que halla una deficiencia de fibra y/o forraje en la dieta (Montgomery, 1968).

2.6.5 Composición del concentrado

Según Rindsig (1969), el maíz quebrado en la mezcla de granos debería ser limitado a no más de 50% o cerca de 35% del total de materia seca en la ración. La adición de subproductos en la alimentación tales como soya molida y citropulpa puede elevar el porcentaje de grasa en la leche. Por otro lado, Hawkins (1968), indica que el trigo debería ser restringido a un 25% o menos en la mezcla de granos a causa del tipo particular de fermentación.

Los actuales lineamientos de alimentación recomiendan que los carbohidratos no estructurales no excedan el 35% de la ración para la optimización de la fermentación ruminal y prevenir un bajo pH en el rumen y mantener el nivel de grasa láctea deseado (Thomas y Emery, 1969).

2.6.6 Frecuencia de alimentación

La frecuencia en la alimentación ayuda a mantener un suministro constante de alimento en el rumen y a mantener sus condiciones normales.

La administración de los forrajes y los concentrados en forma de mezcla única puede reducir la probabilidad de presentación de problemas digestivos (Miller, 1986). La mezcla, proporciona a los microorganismos del rumen material alimenticio más uniforme, lo que da lugar a una fermentación más constante, y por consiguiente, un potencial para obtener mejores rendimientos (Guthrie, 1967). Las raciones mezcladas permiten a la vaca obtener todas sus necesidades a causa de una mejor fermentación ruminal todo el tiempo que ella esté comiendo; es por esto, que la ración totalmente mezclada son preferidas a la alimentación de grano y forraje por separado (Rogers y col., 1985).

2.6.7 Buffers o aditivos

Los aditivos tales como el bicarbonato de sodio y el óxido de magnesio han sido encontrados efectivos en corregir una baja en la grasa láctea cuando se presentan condiciones que causan una disminución en el porcentaje de la misma. Estos buffers ayudan a reducir los efectos de cantidades inadecuadas de forraje (Thomas y Emery, 1969).

El cuadro 6 presenta los resultados de la utilización del bicarbonato de sodio y óxido de magnesio en la prueba de grasa láctea.

Cuadro IV. Efecto del bicarbonato de sodio y óxido de magnesio. En la prueba de grasa láctea.

Ración	NaHCO₃ (lb)	MgO (lb)	Grasa láctea (%)	Leche (Kg)	Consumo de grano (lb)
1	0	0	2.78	35.2	27.2
2	0.2	0.1	3.22	36.7	26.2
3	0.4	0.2	3.36	35.6	22.9
4	0.6	0.3	3.63	31.5	22.2

Fuente: Thomas y Emery, 1969.

La adición de 0.2 lb y 0.4 lb de bicarbonato de sodio y 0.1 a 0.2 lb de óxido de magnesio incrementó la grasa en la leche, sin embargo causó una reducción en la producción de leche. Cuando los niveles de bicarbonato de sodio y óxido de magnesio utilizados fueron 0.6 y 0.3 lb, incrementó la grasa en la leche, pero el consumo de grano y la producción de leche disminuyó drásticamente. La utilización de amortiguadores (buffers) en la alimentación nos ayuda a mantener un ambiente ruminal estable controlando un nivel de grasa normal, pero a causa de una disminución en la producción de leche. Estos aditivos son de gran utilidad al usar raciones con alto nivel de concentrado en la dieta.

2.6.8 Aceites insaturados, grasas y grasas sobrepasantes del rumen en la alimentación

La alimentación con grasas o aceites puede modificar la fermentación ruminal y reducir la prueba de grasa en la leche. Estos ingredientes en la dieta alteran las vías de biohidrogenación ruminal para producir ácidos grasos intermedios únicos que son inhibidores potentes de la síntesis de grasa de la leche (Kertz, 2002).

El total de grasa en la dieta no debería exceder el 7% del total de la materia seca en la ración. Generalmente, la alimentación con grasa animal, grasas pasantes y semillas de algodón enteras pueden incrementar el porcentaje de grasa en la leche (Guthrie, 1967). Según Rindsing (1969), las grasas sobrepasantes y la grasa animal deberían ser usados en una cantidad de 0.5 a 1.0 lb por vaca por día.

2.6.9 Nivel de proteína en la alimentación

Según Rogers et al. (1985), el nivel de proteína cruda en la ración total influye en el porcentaje de grasa. Al incrementar la proteína cruda arriba del 15% del total de la ración se ha encontrado un incremento en el nivel de grasa en el hato en donde el porcentaje de grasa era normal. Generalmente, los niveles de proteína cruda de 16 a 18% en la ración total incrementan la producción de leche y el porcentaje de grasa.

La influencia de la nutrición en la proteína láctea es muy variable; el incremento del consumo de energía y la proteína en la dieta ha sido asociado con pequeños incrementos en el contenido de proteína en la leche (Ferguson y col. 1994).

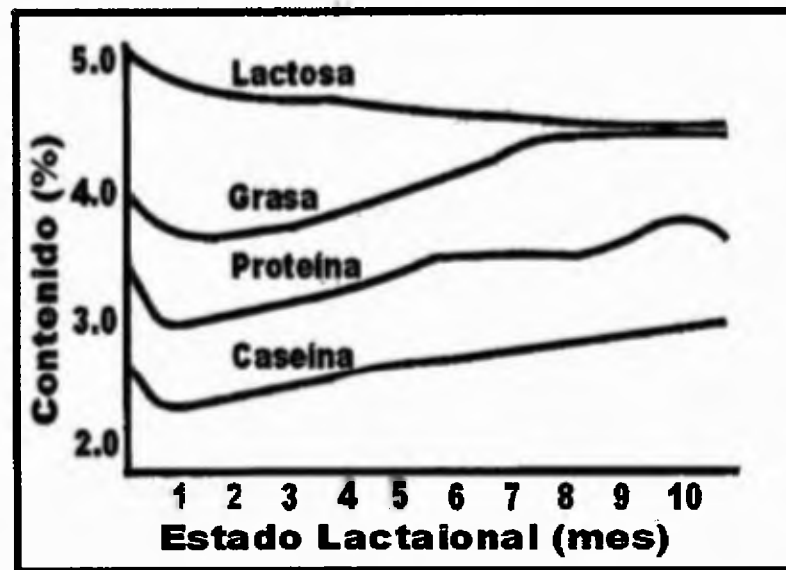
El porcentaje de la proteína en la leche no es tan variable como el contenido de grasa (Rindsig, 1969). Una dieta baja en proteína reduce el porcentaje de proteína en la leche. Los factores de la dieta que limitan la fermentación ruminal en particular la síntesis microbiana de proteína, limitarán o reducirán el porcentaje de proteína en la leche (Kertz, 2002).

Chandler (1970), calculó un balance de los aminoácidos teniendo en cuenta sólo aquellos precisos para la producción de proteína de la leche y los clasificó según su efecto limitativo sobre la producción de leche por el siguiente orden: metionina, valina, isoleucina, triptofano y lisina. Si fuesen conocida las necesidades de aminoácidos, podría ponerse a punto una metodología por la que podrían incorporarse aminoácidos a la dieta y atravesar el rumen (Broderick y Satter, 1970).

2.6.10 Estado de lactación

A medida que aumenta la producción de leche, baja el porcentaje de grasa, quedando básicamente inverso en relación con la cantidad de leche producida (Guthrie, 1967).

Figura 4.
Efecto del Estado Lactacional Sobre los Componentes
Lácteos más Importantes.



Fuente: Politick, 1957.

Por varios días después del parto, cuando las vacas pierden peso corporal rápidamente, el nivel de grasa en la leche puede oscilar de 6 a 8%. Las vacas que paren en buena condición corporal producen leche con altos contenidos de grasa y proteína durante la lactación temprana (Kertz, 2002).

Al incrementarse el consumo de alimento en el último tercio de la gestación, incrementa la producción de leche y sus componentes en la siguiente lactación. Algunas investigaciones manifiestan que por cada 30 Kg de incremento en el peso antes del parto, la producción de leche incrementa 122 Kg, la de grasa en 8 Kg y la proteína en 4 Kg durante las primeras 20 semanas de lactación (Roger et al. 1995).

2.6.11 Condiciones climáticas (Temperatura, Humedad y Altitud)

En lo referente al clima, cabe señalar que las temperaturas altas o bajas disminuyen la cantidad de leche y alteran su composición. La temperatura óptima es de 10 °C, entre 4.5 y 24 °C hay poco efecto (Nickerson, 1960). Existen datos considerables que muestran que las altas temperaturas causan una caída en el porcentaje de grasa en la leche y las bajas temperaturas resultan en altos niveles de la misma. Estas variaciones son probablemente los resultados de cambios en los hábitos de alimentación de las vacas durante las temporadas frías y calientes (Thomas y Emery, 1969).

El contenido en grasa disminuye en sentido inverso a la temperatura, aumentando por encima de los 27 °C y por debajo de los 5 °C, al mismo tiempo que desciende la producción (Miller, 1986). Según Overman y col. (1939), el contenido de grasa y sólidos no grasos son más bajos en los meses de verano que en el invierno. La diferencia en promedio puede ser

Al incrementarse el consumo de alimento en el último tercio de la gestación, incrementa la producción de leche y sus componentes en la siguiente lactación. Algunas investigaciones manifiestan que por cada 30 Kg de incremento en el peso antes del parto, la producción de leche incrementa 122 Kg, la de grasa en 8 Kg y la proteína en 4 Kg durante las primeras 20 semanas de lactación (Roger et al. 1995).

2.6.11 Condiciones climáticas (Temperatura, Humedad y Altitud)

En lo referente al clima, cabe señalar que las temperaturas altas o bajas disminuyen la cantidad de leche y alteran su composición. La temperatura óptima es de 10 °C, entre 4.5 y 24 °C hay poco efecto (Nickerson, 1960). Existen datos considerables que muestran que las altas temperaturas causan una caída en el porcentaje de grasa en la leche y las bajas temperaturas resultan en altos niveles de la misma. Estas variaciones son probablemente los resultados de cambios en los hábitos de alimentación de las vacas durante las temporadas frías y calientes (Thomas y Emery, 1969).

El contenido en grasa disminuye en sentido inverso a la temperatura, aumentando por encima de los 27 °C y por debajo de los 5 °C, al mismo tiempo que desciende la producción (Miller, 1986). Según Overman y col. (1939), el contenido de grasa y sólidos no grasos son más bajos en los meses de verano que en el invierno. La diferencia en promedio puede ser

en 0.4% en grasa y 0.2% en proteína. Según la NRC (1981), la tensión calórica severa a temperatura de 27 a 40 ° C incrementa el requerimiento de mantenimiento de 7 a 25%; es decir, 0.7 a 2.4 Mcal ENI/día. La tensión del calor disminuirá el consumo de materia seca debido a la inhabilidad de la vaca para disipar la carga de calor. La tensión por calor está en función de la temperatura ambiental y de la humedad relativa; generalmente empieza a temperatura de 24 °C o cuando la humedad relativa es del 80% en adelante o cuando las dos suman 140 en grados Fahrenheit (Collier, 1974).

2.7. Alimentación para maximizar los sólidos en la leche

El manejo alimenticio adecuado del hato lechero puede mejorar la economía de la producción y proveer la salud de la vaca. Para incrementar la producción de leche con máximos niveles de grasa y proteína láctea es esencial una correcta alimentación para alcanzar estos beneficios (Grant, 1996).

Los productores lecheros están enfocados en maximizar el contenido de grasa y proteína en la leche. Recientemente, el método para determinar el pago de la leche ha cambiado en muchos lugares de los Estados Unidos. El nuevo sistema de precios, conocido como precios de los componentes múltiples (MCP), se basa primeramente en el rendimiento de los componentes, no en el porcentaje de los mismos, y segundo, le da a la proteína el mayor valor de los componentes (Schroeder, 1996). La proteína

de la leche tiene el mayor valor económico debido a que una alta proteína lleva a una alta producción de queso. La baja en el precio de la grasa láctea es debida, a que la población demanda un bajo contenido de grasa en los alimentos lácteos (Waldner y Looper, 1999).

Como se ha mencionado anteriormente los factores que afectan la composición de la leche incluye la genética, estado de lactación, nivel de producción, edad de la vaca, medio ambiente, enfermedades y la nutrición. El 55 % de la variación en la composición de la leche es debido a la herencia (genética), mientras el 45 % es debido a factores ambientales tales como el manejo de la alimentación (Grant, 1996).

Los siguientes puntos ayudan a incrementar la producción de leche y de sus componentes:

- ↳ *Maximizar el consumo de alimento*
- ↳ *Adecuada formulación de la ración*
- ↳ *Monitorear la composición de la dieta (uso diario de forrajes, análisis de alimento)*
- ↳ *Adecuada concentración en energía neta, carbohidratos y grasas, proteína, fibra, minerales y vitaminas.*

- ↳ *Cosecha y compra de forrajes de alta calidad y adecuada distribución del concentrado.*
- ↳ *Mantener una proporción de forraje – grano apropiada para la salud ruminal.*

2.7.1 Maximizar el consumo de alimento

La importancia de maximizar el consumo de alimentos está relacionada con minimizar el balance energético negativo durante la lactación temprana. A medida que la vaca entra en balance energético positivo, el peso corporal es recuperado, la pérdida de condición corporal es minimizado y la vaca produce una leche con una composición normal en grasa y proteína (Guthrie, 1997). Incrementando el consumo de alimento puede mejorarse la proteína láctea en 0.2 a 0.3 unidades porcentuales. Este incremento en el porcentaje de proteína puede ser, debido al aumento en el balance energético como al incremento en el consumo total de alimento (Grant, 1996).

Las vacas altamente productoras de leche pueden comer el 3.5 a 4.0 % de su peso corporal diario como materia seca (NRC, 1989). Si el hato está consumiendo una cantidad de materia seca menor que el 3.5 a 4.0 % de su peso corporal, la producción de los sólidos de la leche pueden verse limitados (Schroeder, 1996).

El mismo autor manifiesta que los factores que afectan el consumo de alimento incluyen:

- ↳ *Manejo del comedero (mantenerlos limpios, adecuado espacio por vaca y protegidos del sol y la lluvia)*
- ↳ *La frecuencia de alimentación*
- ↳ *Control de la humedad de la ración (50 % de humedad o menos; preferiblemente un 35 – 50 % de humedad)*
- ↳ *Vigilar las interacciones sociales en el hato (mantenerlos por grupos)*
- ↳ *Evitar cambios súbitos en la ración*
- ↳ *Proveer adecuado piso y ventilación*
- ↳ *Dieta (MS, FC, Digestibilidad, Relación Forraje: Concentrado, Agua)*
- ↳ *Animal (Peso, Raza, Estado Fisiológico, Salud, Producción láctea).*

Según Guthrie (1997), el incrementar la frecuencia de alimentación incrementa la prueba de grasa láctea, especialmente con dietas bajas en fibras y altas en granos. La mayor respuesta es observada con dietas que

tienen menos del 45 % de forraje y cuando el grano es suministrado por separado.

2.7.2 Factores alimenticios apropiados

2.7.2.1 Concentrados

Una adecuada alimentación con concentrado involucra primeramente el mantener una buena relación forraje – concentrado y los niveles de carbohidratos no fibrosos en la dieta (Grant, 1996). Los carbohidratos no fibrosos (NFC) incluyen el almidón, azúcares y pectina. El nivel es calculado como: Carbohidratos No Fibrosos (CNF):

$$\text{CNF} = 100 - (\text{proteína cruda} + \text{fibra detergente neutra} + \text{grasa} + \text{minerales})$$

Los carbohidratos no fibrosos en la dieta deben estar en un rango de 20 a 45 %. Un nivel de 40 y 45 % es típico en dietas con una relación de forraje y concentrado de 40 a 60 o menos forraje. Las dietas con grandes cantidades de alta calidad de forrajes y poco grano puede ser deficientes en carbohidratos no fibrosos (Schroeder, 1996). Para obtener los mejores rendimientos, las vacas en producción no deben recibir más del 40% de la materia seca total en forma de concentrado, y el diferencial sería en formados forrajes o alimentos groseros (Schmidt y Van Vleck, 1974).

Normalmente, la administración de más del 50% de concentrados tiende a reducir la producción total de leche, el porcentaje de grasa; a la vez provoca trastornos digestivos y metabólicos (NRC, 1978). Ello sólo se justifica cuando la producción láctea supere los 50 kg/día dadas las necesidades de Energía Neta y Proteína propiamente (Araúz, 2001).

Los niveles apropiados de alimentación con carbohidratos no fibrosos pueden mejorar tanto la proteína como la grasa en la leche, mientras que la sobrealimentación puede llevar a la disminución de la grasa láctea en 0.1 unidad o más y con frecuencia incrementa la proteína de la leche en 0.2 a 0.3 unidades porcentuales (Grant, 1996).

Según Guthrie (1997), la cantidad de grano debe ser limitado a 7 libras por alimentación para evitar acidosis ruminal, disminuir problemas alimentarios y reducción del contenido de grasa en la leche. Hutjens (1995), manifiesta que el procesamiento del grano también influye en la composición de la leche. Es conocido que el quebrado del grano en la alimentación incrementa el porcentaje de proteína en la leche; igualmente el procesamiento del grano eleva la digestión del

almidón en el rumen, mejorando la producción y el porcentaje de proteína en la leche.

2.7.2.2 Fibra

Tanto el nivel de fibra como el tamaño de las partículas contribuyen a la efectividad de la fibra como fuente para estimular la rumina, salivación y mantener una composición normal de proteína y grasa en la leche (Stokes y Jordan, 1999). El mínimo nivel de fibra ácido detergente (FAD) requerido en la materia seca de la ración es 19 a 21 %; mientras que la fibra neutro detergente (FND) debe ser mínimo de 26 – 30 %. Por debajo de estos niveles, la vaca está expuesta a una disminución de la grasa láctea, acidosis, laminitis, fluctuaciones en el consumo de alimento y pobre condición corporal (Schroeder, 1996).

La NRC (1988), señala que al menos el 75% del total de la fibra neutro detergente de la ración debe proporcionarse por el forraje. Esta es una medida segura para garantizar que la ración tenga una cantidad adecuada de fibra efectiva requerida para mantener el funcionamiento apropiado del sistema ruminal. El nivel de este tipo de fibra (FND) es un buen indicador para predecir el consumo de materia seca, mientras que la cantidad de FAD es una mejor indicador de la digestibilidad de la dieta (Davis, 1979).

Para asegurar un adecuado tamaño de partícula, el forraje no debe ser cortado en un tamaño menor a 3/8 de pulgadas; un picado más fino puede reducir dramáticamente el porcentaje de grasa e incrementar la proteína en 0.2 a 0.3 unidades porcentuales (Grant, 1996). Esto se debe a que reduciendo el tamaño de las partículas del forraje debajo de un nivel crítico, se reduce el pH ruminal, se altera la proporción de los productos de la fermentación (proporción acetato/propionato) provocando una prueba baja de grasa (Miller, 1986).

Hay que recordar, que la sobrealimentación con carbohidratos no fibrosos (concentrados) aunque incrementan el contenido de proteína en la leche, conduce a problemas generales de salud y deterioro del medio ruminal. Una inadecuada fibra en la alimentación no es recomendada para incrementar el contenido de proteína en la leche (Hutjens, 1995).

Las raciones demasiado altas en fibra (baja en energía) limitan la producción de proteína láctea debido a que el consumo de energía no es suficiente. Generalmente, un 45 a 50 % de la materia seca como forraje en la ración es la mínima cantidad necesaria para evitar una baja grasa en la leche. Cuando alimentamos con 65% o más de forrajes, este debe ser de alta calidad para evitar deficiencias energéticas que también bajan la

proteína en la leche (Schroeder, 1996). Chandler (1978), manifiesta el efecto de la fibra cruda (FC) sobre el contenido de grasa y la producción de leche en base a las siguientes expresiones:

$$\text{Grasa láctea (\%)} = 2.05 + 0.072 \text{ FC (\%MS)}$$

$$\text{Prod. Leche (Kg/día)} = 34.69 - 0.39 \text{ FC (\%MS)}$$

Ambas regresiones son factibles si se cuenta con vacas de potencial genético que promedian como grupo 34.69 Kg de leche por día y con una desviación entre 25 y 35 Kg/día respectivamente.

2.7.3 Formulación de ración

2.7.3.1 Carbohidratos

Los carbohidratos no fibrosos (azúcares y almidón), afectan la producción de leche y el porcentaje de grasa y proteína. Un exceso en carbohidratos no fibrosos incrementa el porcentaje de proteína y posiblemente la producción; pero bajan el porcentaje de grasa (Grant, 1996). Una insuficiencia en carbohidratos no fibrosos, usualmente se asocian con alta fibra, incremento en el porcentaje de grasa y conduce a una reducción en la producción láctea y el porcentaje de proteína. Los carbohidratos no fibrosos son críticos para los microorganismos del rumen y

para la vaca propiamente. Estos son necesarios como una fuente de energía rápidamente fermentable para asegurar el uso eficiente del amoníaco liberado como consecuencia del desdoblamiento de las proteínas de la dieta (NRC, 1988).

Las raciones que contienen 35 a 40 % de carbohidratos no fibrosos en la materia seca generalmente tienen una mayor producción de leche y de sus componentes (Bachman y Harris, 1995). Hoover y Stokes, (1990); Shaver, (1991) y Mertens, (1988); recomiendan un consumo diario de carbohidratos no fibrosos del 1.1% del peso vivo, lo que se calcula entre el 31 y el 43% de la materia seca de la dieta. La mayoría de los investigadores indican un nivel mínimo del 35% para asegurar la máxima eficiencia del crecimiento microbiano, y un nivel máximo del 45% para prevenir la interrupción de la digestión ruminal de la fibra debido al bajo pH.

La subalimentación de los carbohidratos no fibrosos (sobrealimentación de fibra) limitará el consumo de energía, redundando en un pico menor de rendimiento de leche así como en la menor producción durante la lactancia y dificultad para que la vaca conciba de nuevo (Necek y Russell, 1988).

2.7.3.2 Grasa

En los rumiantes, el valor de energía neta de lactancia para las grasas está en el orden de 3 veces mayor que la de los carbohidratos y las

proteínas. Esto es porque los ácidos grasos no se degradan en el rumen y tienen una mayor eficiencia de utilización en la síntesis de la leche (82.4%) que los productos finales de la digestión de los carbohidratos y de las proteínas (63 a 65%) (Palmquist, 1990).

Una de las razones importantes para el suministro de grasa suplementaria es para ayudar a reducir la tasa y duración de la pérdida de energía del organismo. La suplementación con grasa puede ser beneficiosa al principio de la lactancia (de los días 14 al 100) para ayudar a minimizar la deficiencia de energía y mejorar la eficiencia reproductiva (Davis, 1979).

La adición de grasa (semilla de algodón, sebo, grasa pasante en el rumen) en la ración disminuye el porcentaje en la leche. Como guía de consulta, la adición de una libra de grasa puede bajar el porcentaje de proteína en la leche alrededor de 0.1 % (ejemplo: de 3.2 a 3.1). La grasa inerte o sobrepasante en el rumen del animal tiende a incrementar el porcentaje de grasa en la leche (Hutjens, 1995).

La producción de leche puede incrementar siete libras por día por cada libra de grasa adicionada. Esto quiere decir que la adición de grasa en la ración puede ser beneficioso, aún si el porcentaje de grasa y proteína en la leche disminuye (Waldner y Loper, 1999).

La cantidad mínima de grasa suplementaria en la dieta es alrededor de 2 a 3 lb/vaca/día. Cuando se da de una libra de ésta debe estar como grasa ruminal inerte que es altamente digestible y más aprovechable (Chalupa y col. 1990).

2.7.3.3 Proteína

Ninguna área de la nutrición del ganado lechero ha sido tan extensamente investigada como la de las proteínas. Se han hecho importantes avances, pero todavía hay un largo camino que recorrer antes de que puedan ser definidas con precisión las necesidades específicas de aminoácidos para la vaca en lactación (Davis, 1979). Satisfacer actualmente, el requerimiento de proteína (de aminoácidos) de la vaca lechera requiere una gran cantidad de conocimientos sobre la composición de la proteína de los ingredientes alimenticios y cómo se comportan en el ambiente ruminal (Mertens, 1988). Huber y Boman (1966), sugirieron que el aumento del propionato en el rumen influye indirectamente sobre la síntesis de proteína de la leche a través del control del metabolismo de aminoácidos en el hígado.

La proteína cruda total de la ración debe ser 16 a 19%, utilizando el mayor valor en las raciones para las vacas al principio de lactancia. El satisfacer los requerimientos de proteína cruda y de paso en la vaca lechera

es esencial para mantener un buen porcentaje de proteína en la leche (Wohlt y col. 1991).

Generalmente, el nivel de proteína cruda en la dieta afecta la producción de leche, pero no su porcentaje de proteína, a menos que la dieta sea deficiente en proteína cruda. El porcentaje de proteína en la leche cae 0.02 unidades por cada 1% de disminución en la proteína cruda en la ración de 17 a 9%; sin embargo, la deficiencia de proteína cruda en la ración tiene un efecto mucho más grande en la producción de leche que en sus componentes (Grant, 1996). Según Schroeder (1996), una alimentación excesiva de proteína cruda degradable, tal es el caso de la urea, puede reducir la proteína en la leche.

La composición de aminoácidos de las proteínas contenidas en las raciones no es fundamental, ya que los microorganismos del rumen y el retículo sintetizan los aminoácidos necesarios a partir de fuentes de proteínas de menor calidad y fuentes de nitrógeno no proteico (NRC, 1989).

La urea puede ser usada solamente 1 a 2% en la mezcla de concentrados para mantener la palatabilidad del alimento. Saelzer y Kauffmar (1979), indican no utilizar la urea en vacas con producciones mayores a los 25 Kg de leche, por sus grandes requerimientos en aminoácidos esenciales.

2.7.3.4 Proteína degradable en el rumen

Según Harley (1999), la proteína degradable en el rumen puede estar cerca del 65% del total o de la proteína cruda en la ración. Si se alimenta con una proteína degradable en el rumen menor al 60% del total de proteína, se reduce la producción de leche y de sus componentes; por lo tanto hay que asegurarse que la ración tenga adecuada proteína degradable, como lo son la harina de soya, urea, etc.

Los resultados de la investigación indican que el nivel mínimo de proteína cruda degradable requerido en la ración para satisfacer las necesidades microbianas es 12 a 13% (Hoover, citado por Chandler, 1991). Además, del 45 a 50% de la proteína degradable debe ser soluble y desdoblada rápidamente para asegurar un crecimiento sostenido de las bacterias del rumen (Chandler, 1991).

Ried y col. (1966), examinando los datos publicados sobre unas 700 pruebas de balance del nitrógeno encontraron que casi todas las vacas estudiadas quedaban incluidas dentro de una tasa de utilización de la proteína digestible del 60%. Un Kilogramo de leche compensada para el 4% de grasa conteniendo

34.98 g de grasa precisaría, en consecuencia, 58.3 g de proteína digestible ($34.98/0.60 = 58.3$).

2.7.3.5 Proteína sobrepasante y aminoácidos protegidos en el rumen

La proteína no degradable o proteína que atraviesan el rumen sin degradar es aquella parte de la proteína que no es fermentada por los microorganismos del rumen. En el caso de las vacas de alta producción, debe existir una buena cantidad de proteína no degradable para cubrir sus necesidades proteicas (Chalupa, 1978); ya que estos animales no pueden obtener suficiente proteína y aminoácidos esenciales por la digestión de los microbios (Burroughs y col. 1975; Chalupa, 1975). La proporción de proteína de los alimentos naturales que atraviesan el rumen sin ser degradadas es variable, pero en la mayoría de los casos se sitúa entre 20 a 60%. Si una parte de la proteína de la dieta atraviesa el rumen sin sufrir la digestión se evitan las pérdidas de energía y proteína en el rumen (Davis, 1979). La proteína no degradable debe ser un 35 a 40% del total de proteína cruda; por cada Megacaloría de energía neta de grasa suplementada, y 72 g más de proteína no degradable (Chandler, 1991).

Los aminoácidos metionina y lisina han sido demostrados que incrementan el porcentaje de proteína en 0.2 unidades sin afectar la producción de leche. Sin embargo, hay que adicionar los costos asociados

con estos beneficios. Las fuentes de estos aminoácidos son suplementos de proteína sobrepasante de alta calidad (harina de pescado) y aminoácidos protegidos en el rumen (Grant, 1996). El incrementar la dieta con estos aminoácidos, se puede ver el incremento en la proteína de la leche dentro de dos semanas para posteriormente analizar el beneficio económico (Beal y col, 1997).

2.7.3.6 Aditivos alimenticios

En el rumen, los amortiguadores incrementan el porcentaje de grasa láctea y posiblemente la producción, cuando son alimentados con una ración alta en granos y baja en fibra.

Esto no solamente ayuda a mantener el porcentaje de grasa, sino que también ayuda a mantener la salud del ambiente ruminal (Schroeder, 1996). La adición de minerales, como el bicarbonato de sodio y óxido de magnesio, han corregido la reducción de grasa producida por el consumo de dietas ricas en cereales y pobres en forrajes (Davis y col. 1964; Thomas y Emery, 1969).

La utilización de 6 a 12 gramos por día de niacina con grasa suplementaria en la alimentación puede corregir la disminución de proteína en la leche, pero también puede reducir levemente la producción y el porcentaje de grasa. Para incrementar el porcentaje de proteína en la

leche primero hay que evaluar la condición corporal del hato y los problemas de cetosis antes de utilizar la niacina en la alimentación (Grant, 1996). En la alimentación del ganado lechero no se ha establecido que exista algún aminoácido limitante; si embargo, se ha estudiado el empleo de metionina en una forma que permita evitar su degradación en el rumen. El hidróxido análogo de la metionina (HAM) se ha administrado a vacas lecheras en diversos experimentos en donde aumentaba el contenido en grasa de la leche, si bien el aumento de la producción de leche ha sido menos constante (Chandler y col. 1976). Mejorando el suministro de lisina y metionina ha resultado en incremento en el contenido de proteína láctea (Ferguson y col. 1994).

La monensina es una sustancia química compleja que determina un aumento en la producción de ácido propiónico y un descenso en la de metano. Al reducir la proporción de acetato respecto al propionato, la administración de monensina puede dar lugar a un efecto positivo sobre la producción de leche, pero negativo sobre el contenido de grasa en la misma (Utley, 1976).

La inclusión de levadura en la dieta provoca un aumento en las cuentas bacterianas incrementando la tasa de degradación de fibra en el rumen y el incremento en el flujo de

proteína microbiana hacia el intestino delgado (Martín y Nisbet, 1992). Un estudio realizado por Erdman y Sharma (1989), concluyen que el uso de levadura no tuvo efecto sobre el consumo de materia seca, producción de leche y composición de la misma; sin embargo, otro estudio realizado por Williams y col. (1991), reportan que si existe un efecto marcado y positivo sobre el nivel de producción, pero sugieren que el mismo está asociado con el incremento en el consumo de materia seca.

La adición de grasa en la dieta de vacas de alta producción ha tenido una respuesta positiva, ya que una parte importante del aumento en la producción de leche es debido al mayor consumo de energía (NRC, 1978). Las grasas relativamente saturadas, pueden aumentar el porcentaje de grasa en la leche; por el contrario, las altamente insaturadas pueden determinar una reducción en el porcentaje de la misma (Miller, 1986).

2.7.3.7 Prácticas de alimentación

Según Schroeder (1996), las prácticas de alimentación que permiten maximizar los sólidos de la leche y aumentar la producción incluyen:

- ✓ *Mantener un nivel adecuado de fibra (26 a 32% fibra detergente neutro) y tamaño de partícula no menor a 3/8 de pulgada*
- ✓ *Mantener un nivel de almidón o carbohidratos no estructurales de 40 – 45% como máximo en la ración*
- ✓ *Mantener una relación forraje: concentrado en armonía con la fuente de forraje*
- ✓ *Mantener una proteína cruda de 17 a 18%*
- ✓ *Mantener una proteína sobrepasante de 33 a 40% de la proteína cruda total*
- ✓ *Maximizar el consumo de una dieta balanceada.*

Son muchos los factores que afectan la producción de leche y sus componentes, por tal motivo, el conocimiento de los mismos nos ayudarían a mejorar la producción tanto en cantidad como en calidad.

En el cuadro 7 se resumen los cambios en el manejo de la alimentación que alteran la producción de sólidos en la leche.

Cuadro V. Resumen en los cambios en el manejo de la alimentación que alteran la producción de sólidos en la leche.

Factor Manejado	Porcentaje de Grasa láctea	Porcentaje de Proteína láctea
Máximo consumo	incrementa	Incrementa 0.2 a 0.3 unidades
Incremento en la frecuencia de alimentación de granos	Incrementa 0.2 a 0.3 unidades	Puede incrementar ligeramente
Insuficiente energía	Pequeño efecto	Disminuye en 0.1 a 0.4 unidades
1 Alto nivel de FCN (>45%)	Disminuye en 1% o más	Incrementa 0.1 a 0.2 unidades
Nivel normal de CNF (25 a 40%)	Incrementa	Mantiene un nivel normal
Fibra excesivamente alta	Incremento marginal	Disminuye 0.1 a 0.4 unidades
2 Bajo nivel de fibra (< 26% FDN)	Disminuye en 1% o más	Incrementa de 0.2 a 0.3 unidades
Pequeño tamaño de partículas	Disminuye en 1% o más	Incrementa de 0.2 a 0.3 unidades
Alta proteína cruda	No afecta	Incrementa si la dieta fue deficiente
Baja proteína cruda	No afecta	Disminuye si la dieta es deficiente
Proteína sobrepasante (33 a 40% de la proteína cruda)	No afecta	Incrementa si anteriormente la dieta fue deficiente
Adición de grasa (>7 a 8%)	variable	Disminuye en 0.1 a 0.2 unidades

Carbohidratos no fibrosos, Baja fibra en la dieta, altos niveles de FCN, pequeño tamaño de partícula del forraje y bajo nivel de forraje, pueden incrementar el porcentaje de proteína y reducir grandemente el nivel de grasa láctea. Éstas son formas no deseables para mejorar los sólidos no grasos. Estas prácticas alimentarias causan acidosis, laminitis y fluctuaciones en el consumo de alimentos; lo cual no es saludable para la vaca.

2.8 Alimentación para el precio de los componentes múltiples (mpc).

El (MPC) ha creado parte del interés en como se incrementa la proteína y grasa láctea y otros sólidos. Es necesario recordar que el precio es basado en la cantidad de componentes, no en el porcentaje. Una vaca produciendo 60 lbs de leche con 3.1 % de proteína retorna el mismo ingreso en proteína que una produciendo 55 lbs de leche con 3.4 % de proteína (Hutjens, 1995).

Los programas de alimentación balanceados en proteína, energía y fibra con un buen manejo del hato ha incrementado tanto la producción de leche como el porcentaje de sus componentes. La clave es la optimización de la fermentación ruminal (Schroeder, 1996). Para evaluar el hato hay que mirar

la producción de leche y comparar los componentes con el promedio de la raza, e igualmente calcular su relación proteína – grasa en la leche. Si la relación baja a menos de 0.80 o sobre 0.90 para la raza Holstein, hay un mal balance en los nutrientes de su ración; una mejor relación indica una oportunidad para incrementar la producción de leche (Bachman y Harris, 1995).

En el cuadro 8 se observa la relación proteína – grasa en la composición de la leche.

Cuadro VI. Promedio de la composición de la leche.

Raza	Proteína %	Grasa %	Relación Proteína - Grasa
Ayrshire	3.3	4.0	0.83
Brown Swiss	3.5	4.1	0.85
Guernsey	3.6	4.7	0.77
Holstein	3.2	3.7	0.87
Jersey	3.8	4.9	0.78

Fuente: Wilcox, 1971.

Generalmente si la relación proteína – grasa de la leche es menor a 0.80 para Holstein, la disminución en la proteína es un problema. Cuando la relación es mayor a 1.0, el hato experimenta una disminución en la grasa de la leche.

2.9. Requerimientos nutritivos de las vacas en lactación

Los nutrientes de una ración balanceada contiene adecuada cantidad de proteína, minerales, vitamina y energía alimentaria en suficiente cantidad para suplir los requerimientos de el animal y obtener óptimos rendimientos en la producción de leche y su composición (NRC, 2001).

El desarrollo de la nutrición de la vaca lechera tiene importancia para determinar la habilidad para producir un producto saludable, de costo económico y sin contaminación del medio ambiente (ARC, 1996). No obstante, las vacas de alta producción son los rumiantes más eficientes para convertir nutrientes en alimento para el consumo humano (Chandler, 1996). El mayor éxito en el régimen de alimentación de la vaca en lactación es el de suplir los nutrientes en cantidades requeridas para maximizar la fermentación ruminal y el crecimiento de las bacterias ruminales, y de esta forma optimizar la síntesis de la leche y sus componentes, minimizando la pérdida de nutrientes en el medio ambiente (Clark y Overton, 1995; Chandler, 1996).

Los macronutrientes afectan fuertemente la producción y no pueden ser descuidados en ninguna dieta, citándose a modo

de ejemplo los siguientes: energía, proteína, calcio, fósforo y distintas fracciones de fibra para el funcionamiento del mismo. Los micronutrientes son en general minerales y vitaminas que aunque siempre es conveniente ajustarlos, su impacto en la nutrición es menor. Según Castle y Watking (1988), los nutrientes son los componentes que contribuyen al mantenimiento de la vida, por tal razón es fundamental para el funcionamiento fisiológico correcto de los animales.

Por necesidad nutritiva de los animales, Fernández y Carmona (1993), definen la cantidad mínima de nutrientes que requiere un animal para mantener un crecimiento, producción y reproducción normal, lo cual evita al mismo tiempo la presentación de síntomas de deficiencias nutritivas, siempre que los demás nutrientes se encuentren en las cantidades adecuadas.

Diversos autores (Frandsen, 1976; Kolb, 1979; Bath, 1986) coinciden en que las necesidades nutricionales del ganado lechero, se pueden clasificar de acuerdo al nutriente en necesidades energéticas, proteicas, minerales, vitaminas y de agua; en función del estado fisiológico del animal en

necesidades para mantenimiento, crecimiento, lactación, gestación y reproducción.

2.9.1 Las necesidades energéticas y la valoración nutricional y alimentaria

La energía es necesaria como combustible en todos los procesos que intervienen en el mantenimiento, producción, reproducción. Muchas veces es el nutriente limitante, sobre todo en vacas de muy alta producción que inician la lactancia y en dietas altas en forrajes (Vidart, 1999).

Si el contenido de energía utilizable de los alimentos es bajo, las vacas lecheras que producen gran cantidad de leche no pueden consumir la cantidad necesaria de alimento para cubrir sus necesidades energéticas. Por consiguiente, para que la producción se acerque al máximo potencial, las vacas lecheras deben recibir raciones con elevada concentración de energía utilizable. (Miller, 1989).

La eficiencia medida para usar la energía metabolizable (EM) de la dieta en deposición de la energía a tejido corporal fue 60% en vacas no lactante y 75% en vacas lactante (Moe y col. 1971). La eficiencia de la EM usada para la producción de leche y ganancia de tejido corporal en animales lactantes son 64% y 75%, respectivamente. Las reservas energéticas

(reserva corporal) cuando son usadas para soportar la producción de leche tienen una eficiencia de 82% (Moe y Tyrrell, 1972).

Cuadro VII. Requerimientos nutricionales para vacas lecheras según el peso corporal y varios niveles de producción.

Producción de Leche Kg/día	Nutrientes	Expresión	400Kg	450Kg	500Kg
4	Energía Neta Lactacional	Mcal	11	11.753	12.5
	Proteína	g/día	654	677	700
	Calcio	g/día	27.88	29.88	31.88
	Fósforo	g/día	18.32	20.32	21.32
	Fibra Cruda	Kg/día	2.4838	2.666	2.8462
	Materia Seca	Kg/día	8.2796	8.888	9.4874
6	Energía neta Lactacional	Mcal	12.38	13.13	13.88
	Proteína	g/día	822	841	868
	Calcio	g/día	33.82	35.82	37.82
	Fósforo	g/día	21.98	23.98	24.98
	Fibra Cruda	Kg/día	2.5385	2.6959	2.8641
	Materia Seca	Kg/día	9.023	9.6304	10.229
8	Energía Neta Lactacional	Mcal	13.75	14.51	15.26
	Proteína	g/día	990	1013	1036
	Calcio	g/día	39.76	41.76	43.76
	Fósforo	g/día	25.64	27.64	28.64
	Fibra Cruda	Kg/día	2.5385	2.6959	2.8516
	Materia Seca	Kg/día	9.7635	10.369	10.9679
10	Energía Neta Lactacional	Mcal	15.14	15.89	16.64
	Proteína	g/día	1158	1181	1204
	Calcio	g/día	15.7	47.7	49.7
	Fósforo	g/día	29.3	31.3	32.3
	Fibra Cruda	Kg/día	2.52	2.6662	2.808
	Materia Seca	Kg/día	10.5	11.1004	11.702
12	Energía Neta Lactacional	Mcal	16.52	17.27	18.02
	Proteína	g/día	1326	1349	1372
	Calcio	g/día	51.64	53.64	55.64
	Fósforo	g/día	32.96	34.96	35.96
	Fibra Cruda	Kg/día	2.4765	2.608	2.7407
	Materia Seca	Kg/día	11.257	11.859	12.458

Fuente: Adaptado por Araúz, E.E. (1995) según los valores referenciales de los Requerimientos Nutricionales Para el Ganado Lechero, NRC, 1989.

Cuadro VIII. Requerimientos nutricionales para vacas lecheras según el peso corporal y varios niveles de producción.

Producción de Leche Kg/día	Nutrientes	Expresión	400Kg	450Kg	500Kg
14	Energía Neta Lactacional	Mcal	17.9	18.65	19.4
	Proteína	g/día	1494	1517	1540
	Calcio	g/día	57.58	59.58	61.58
	Fósforo	g/día	36.62	38.62	39.62
	Fibra Cruda	Kg/día	2.5179	2.6441	2.7696
	Materia Seca	Kg/día	11.99	12.591	13.189
	16	Energía Neta Lactacional		19.28	20.03
Proteína		g/día	1662	1685	1708
Calcio		g/día	63.52	65.52	67.52
Fósforo		g/día	40.28	42.28	43.28
Fibra Cruda		Kg/día	2.5464	2.6662	2.7859
Materia Seca		Kg/día	12.732	13.331	13.9298
18		Energía Neta Lactacional	Mcal	20.66	21.41
	Proteína	g/día	1830	1853	1876
	Calcio	g/día	69.46	71.46	76.46
	Fósforo	g/día	43.76	45.76	46.76
	Fibra Cruda	Kg/día	2.3908	2.7309	2.8608
	Materia Seca	Kg/día	12.261	14.005	14.67
	20	Energía Neta Lactacional	Mcal	22.04	22.79
Proteína		g/día	1998	2021	2044
Calcio		g/día	75.4	77.4	79.4
Fósforo		g/día	47.6	49.6	50.6
Fibra Cruda		Kg/día	2.6467	2.7873	2.9282
Materia Seca		Kg/día	13.93	14.67	15.412
22		Energía Neta Lactacional	Mcal	23.42	24.17
	Proteína	g/día	2166	2189	2212
	Calcio	g/día	81.34	83.34	85.34
	Fósforo	g/día	51.26	53.26	54.26
	Fibra Cruda	Kg/día	2.6862	2.834	2.98
	Materia Seca	Kg/día	14.52	15.32	16.11

Fuente: Adaptado por Araúz, E.E. (1995) según los valores referenciales de los Requerimientos Nutricionales Para el Ganado Lechero, NRC, 1989.

2.9.1.1 Total de nutrientes digestibles (TDN)

El TDN de un alimento es la suma de la proteína bruta digestible, de la fibra digestible, de los extractos libres de nitrógeno digestible y del extracto etéreo multiplicado por 2.25. Un (1) kilogramo de TDN equivale a 4.4 Mcal ED (NRC, 1989).

Crampton y col. (1957) y Swift (1957) computarizaron que la energía total de nutrientes es 4.409 Mcal/Kg, esto es, a que los nutrientes tienen diferente calor de combustión (ejm. 4.2 Mcal/kg para carbohidratos, 5.6 Mcal/kg para proteína y 9.4 Mcal/kg para ácidos grasos). Puesto que muchos datos de energía digestible (ED) se han obtenido a partir de determinaciones del TDN, los valores de energía metabolizable (EM) dependen, hasta cierto punto de los datos del TDN. La EM puede calcularse con cierta exactitud a partir del TDN suponiendo que 1 Kg TDN = 3.615 Mcal EM (NRC, 1989).

2.9.1.2. Energía digestible (ED)

Es la energía bruta ingerida menos la cantidad de energía contenida en las heces (energía fecal). La energía de las heces proviene de tres fuentes: a) alimentos no digeridos, b) microorganismos muertos no digeridos, c) células de epitelio gastrointestinal (NRC, 1989).

La energía digestible es la energía aparentemente digestible, que es algo inferior a la cantidad de energía realmente absorbida, que es la energía verdaderamente digestible (Miller, 1989).

$ED \text{ (Mcal/kg MS)} = \text{TDN (\% Base Seca)} \times 0.04409$ (Moe y Flatt, 1969; NRC, 1989).

El cálculo de la energía digestible tal como se expresó anteriormente es una previa edición de la NRC (1989) la cual fue abandonada. La energía digestible fue calculada por la NRC (2001) multiplicando el estimado de la concentración de nutrientes digestibles por su calor de combustión. A continuación se describe la ecuación de la ED para la mayoría de los alimentos.

$$ED \text{ (Mcal/kg)} = (\text{CNF} / 100) 4.2 + (\text{FDN} / 100) 4.2 + (\text{PC} / 100) 5.6 + (\text{AG} / 100) 9.4 - 0.3 \text{ 0} \quad (\text{NRC, 2001})$$

En donde:

CNF = carbohidratos no fibrosos

FDN = fibra detergente neutra

PC = proteína cruda

AG = ácidos grasos

2.9.1.3 Energía metabolizable (em)

La energía metabolizable se determina a partir de la ED, restándole la energía de la orina y la de los productos gaseosos formados durante la digestión. Los productos gaseosos de la digestión son fundamentalmente metano, que representa el 99% de su valor energético, y CO₂ producido por los microorganismos del rumen (Schmidt y Van Vleck, 1976)

Las cantidades de productos gaseosos y urinarios originados por los distintos alimentos son muy variables. En general, las pérdidas de energía con los gases son mayores con la digestión de los forrajes que con los concentrados (Blaxter, 1967).

$$EM \text{ (Mcal/kg MS)} = ED \text{ (Mcal/kg MS)} \times 0.82 \quad \text{Moe y Flatt (1969)}$$

$$EM \text{ (Mcal/kg MS)} = 1.01 \times ED \text{ (Mcal/kg)} - 0.45 \quad \text{(NRC, 1989)}$$

$$EM \text{ (Kcal/día)} = 131 \text{ PC kg } \frac{3}{4} + 1080 \text{ kg leche 4\% grasa (Chandler, 1974; Conrad, 1967).}$$

2.9.1.4 Energía Neta (EN)

La energía neta representa la fracción de la energía de un alimento que queda después de descontar las pérdidas de energía en las heces,

orina, gases producto de la digestión, y las pérdidas metabólicas que resultan por la producción de calor a nivel celular y el calor de la fermentación ruminal (NRC, 1989). Esta energía se destina a los procesos productivos, como el crecimiento, y reproducción y producción de leche (Mellado, 1994).

La energía neta es la forma más exacta de expresión del contenido en energía utilizable de los alimentos y de las necesidades energéticas del ganado vacuno lechero (Miller, 1986). El ganado vacuno lechero no utiliza la energía con la misma eficiencia para todas sus funciones; sin embargo, la energía neta para mantenimiento de vacas en lactación (0.62) y la energía neta para lactación (0.64) son utilizados con la misma eficiencia. Como consecuencia, los alimentos tienen valores más altos de EN para la lactación y el mantenimiento, que para el crecimiento y engorde (Moe y Tyrrell, 1972).

$$\text{ENL (Mcal/kg MS)} = (\text{ED Mcal /kg MS} \times 0.84) - 0.77 \quad \text{Moe y Flatt, 1969}$$

$$\text{ENL (Mcal/kg MS)} = 0.0245 \times \text{TDN (\%)} - 0.12 \quad \text{NRC, 1989}$$

$$\text{ENL} = 30\%$$

2.9.1.4.1 Necesidades energéticas para mantenimiento

La energía para mantenimiento es la que se gasta para cumplir las necesidades vitales del animal (respirar, bombear sangre, digerir alimentos, moverse, pararse, mantener la temperatura corporal). Es prioritaria si el

alimento no cubre ese gasto, el animal hará uso de las reservas corporales (pérdida de peso) y de continuar el déficit agota las reservas y el animal muere (Irigoyen y Ripoll, 1995).

La cantidad de energía necesaria para el mantenimiento aumenta con el tamaño del animal, pero el incremento no es directamente proporcional al peso. Realmente, el incremento es proporcional a la potencia 0.75 del peso vivo (Blaxter, 1967; NRC, 1978).

La energía necesaria para el mantenimiento de la vaca lechera está influida por diversos factores además del peso corporal, en especial la actividad física. En igualdad de condiciones, las necesidades de mantenimiento según la actividad puede variar entre el 8 al 10 % (NRC, 1989). A continuación se presentan las ecuaciones para calcular la energía neta de mantenimiento según el número de lactancia (NRC, 1989):

Para la primera lactación o gestación:

$$\text{ENL (Mcal/día)} = 1.2 (0.080 (\text{PC kg})^{0.75})$$

Para la segunda lactación o gestación:

$$\text{ENL (Mcal/día)} = 1.1 (0.080(\text{PC kg})^{0.75})$$

Para la tercera lactación o gestación:

$$\text{ENL (Mcal/día)} = 0.080 (\text{PC kg})^{0.75}$$

2.9.1.4.2 Necesidades energéticas para crecimiento

Es la energía utilizada para la formación de nuevos tejidos corporales como así mismo para las reacciones bioquímicas y fisiológicas para metabolizar y transportar los nutrientes y sintetizar los nuevos tejidos.

Los requerimientos de energía para el crecimiento están constituidos por la energía adicional que requiere un animal en crecimiento para la formación de nuevos tejidos. Se considera que una vaca alcanza su tamaño adulto a los 5 años de edad. Por esta razón se estima que vacas jóvenes requieren un 20% de energía sobre la de mantenimiento durante la primera lactancia, y un 10% de energía adicional durante la segunda lactancia (Pezo y Ruíz, 1983).

2.9.1.4.3 Necesidades energéticas para Producción

La síntesis de leche requiere energía para formar sus componentes y para los procesos bioquímicos y fisiológicos implicados en la misma. Las necesidades energéticas para la producción de un Kg de leche dependen del contenido energético de la leche. Generalmente, existe una estrecha correlación entre la cantidad de grasa de la leche y su contenido energético (Miller, 1989).

$$\text{ENL (Mcal/día)} = - 10.45 + 2.612 \text{ grasa (\%)} + 0.7367 \text{ leche (kg/día)}$$

(NRC, 1989)

La producción de leche suele calcularse sobre una misma base energética utilizando la expresión leche corregida para un 4% de grasa (LCG).

$$\text{LCG (4\%)} = 0.4 \text{ leche (Kg / día)} + 15 \text{ grasa (Kg / día)} \quad (\text{Gaines, 1928})$$

La fórmula de Gaines es basada asumiendo que la concentración de ENL en la leche es 0.749 Mcal/kg cuando el contenido de grasa en la misma es de 4%. La NRC (1989), reportó usar un valor de 0.74 Mcal/kg basados en medidas de combustión de calor (Moe y Tyrrell, 1972), el actual coeficiente es 0.749 Mcal/kg de leche corregida en grasa cuando se usa la ecuación de Gaines.

La energía neta para lactación (ENL) es definida como la energía contenida en la producción de leche; la misma incluye toda la energía para las funciones vitales y de producción para la hembra de los mamíferos en estado lactacional (Araúz, 1997).

Según la NRC (2001), la concentración de ENL en la leche es equivalente a la suma de los calores de combustión de los componentes individuales de la leche (grasa, proteína y lactosa). Los calores de combustión reportados en la grasa,

proteína y lactosa de la leche son 9.29, 5.71 y 3.95 Mcal/kg respectivamente.

Según Tyrrell y Reid (1965), cuando los componentes individuales son medidos directamente, la concentración de ENL en la leche es calculada como:

$$\text{ENLac (Mcal/kg leche)} = 0.0929 (\text{grasa \%}) + 0.0547 (\text{PC \%}) + 0.0395 (\text{lactosa \%})$$

Cuando solo la grasa y la proteína en la leche son medidas y el contenido de lactosa es asumido en 4.85%, la concentración de ENL en la leche es calculada como:

$$\text{ENLac (Mcal/kg)} = 0.0929 (\text{grasa \%}) + 0.0547 (\text{PC \%}) + 0.192$$

Cuando la grasa láctea es el único constituyente medido, la concentración de ENL puede ser calculado usando igualmente la fórmula de Tyrrell y Reid (1965)

$$\text{ENL (Mcal/kg)} = 0.360 + (0.0969 (\% \text{grasa}))$$

Según la NRC (1989) y Araúz (2001) el requerimiento total de ENL según el número de partos, el peso corporal, la producción de leche y la grasa láctea como mínimo esfuerzo locomotor son las siguientes:

Para vacas de primera lactación (en termoneutralidad):

ENL (Mcal/día) = (0.096 (PC kg) 0.75) – 10.45 + 2.612 grasa % +
0.7367 leche (kg/día)

Para vacas de segunda lactación (en termoneutralidad):

ENL (Mcal/día) = (0.088 (PC kg) 0.75) – 10.45 + 2.612 grasa % +
0.7367 leche (kg/día)

Para vacas de tercera o más lactaciones (en termoneutralidad):

ENL (Mcal/día) = (0.080 (PC kg) 0.75) – 10.45 + 2.612 grasa % +
0.7367 leche (kg/día)

2.9.1.4.4 Necesidades Energéticas para la Reproducción.

Durante los primeros seis meses de gestación, las necesidades energéticas por encima del mantenimiento son pequeñas. Sin embargo, el feto, las membranas fetales, los líquidos y el tamaño del útero crecen a un ritmo exponencial durante la gestación, por lo que se produce un aumento progresivo en las necesidades energéticas (Miller, 1989).

Las necesidades energéticas durante las últimas semanas de la gestación están bien documentadas según indica Butler y Smith (1989) y la NRC (1989). Dependiendo del tamaño de la vaca, se precisarían 3.0 a 6.0 Mcal de energía neta o 0.57 a 1.13 Kg de TDN por día sobre el mantenimiento para el último tercio de la gestación para cubrir las mayores

necesidades energéticas de la vaca y para el desarrollo del ternero, ya que de esta manera obtenemos un peso adecuado del ternero (Miller, 1989). Así logramos mantener la viabilidad óptima de la futura generación, en esta etapa con pastos de buena calidad o bien manejados, podemos lograr satisfacer las necesidades energéticas para así lograr mantener la futura generación y la condición corporal de la vaca sin necesidad de adicionar otras alternativas alimentarias (Araúz, 1997).

Según Bell y col. (1995), la energía requerida para la gestación es asumida a (cero) 0 cuando los días de gestación son menores a 190; sin embargo, son mayores cuando van de 190 a 279 días de gestación. La ENL requerida para la preñez o gestación es:

$$\text{ENL (Mcal/día)} = \{(0.00318 \times D - 0.0352) (\text{PCN}/45)\} / 0.218$$

donde

D = días de gestación entre 190 y 279

PCN = peso de la cría al nacimiento (kg)

2.9.1.4.5 Necesidades energéticas para locomoción

El incremento en requerimiento energético para vacas en pastoreo es mayormente una función de la distancia caminada, la topografía de la pastura y del peso vivo. La producción de calor incrementa 0.00045 Mcal/k

peso vivo (PV) por cada kilómetro que una vaca camina horizontalmente (ARC, 1980); Bellows y col. 1994; Coulon, 1998). El caminar excesivo fue definido como la distancia que una vaca camina desde la pastura al centro del ordeño. Para una vaca de 600 kg en pastoreo, con una distancia de 0.5 km de la sala de ordeño a la cuadra con 2 ordeños diarios (2 km en total), la ENL extra es 0.54 Mcal o cerca de un 5% en el incremento de su requerimiento de mantenimiento (ARC, 1980). La ARC (1980), estima que 0.03 Mcal de ENL/ kg PV es requerida por una vaca que camina 1 km vertical. El requerimiento energético de mantenimiento de una vaca pastoreando en un terreno quebrado fue incrementado 0.006 Mcal ENL/kg PV. En una revisión (CSIRO, 1990), se estimó que la actividad de pastoreo incremento el requerimiento de mantenimiento de un 20% para terreno plano y cerca de 50% para terreno quebrado.

Según Araúz (2001), el requerimiento energético para vacas en lactación según el grado de tensión por locomoción y tensión calórica microambiental es:

a) Con stress bajo por locomoción y tensión calórica:

$$\text{ENL (Mcal/día)} = \{0.096 (\text{PC kg})^{0.75}\} - 10.45 + 2.612 \text{ grasa \%} + 0.7367 \text{ leche kg/día}$$

b) Con stress medio por locomoción y tensión calórica:

$$\text{ENL (Mcal/día)} = \{0.104 (\text{PC kg}) 0.75\} - 10.45 + 2.612 \text{ grasa \%} + 0.7367 \text{ leche kg/día}$$

c) Con stress severo por locomoción y tensión calórica:

$$\text{ENL (Mcal/día)} = \{0.112 (\text{PC kg}) 0.75\} - 10.45 + 2.612 \text{ grasa \%} + 0.7367 \text{ leche kg/día}$$

d) Con stress fuerte por locomoción y tensión calórica:

$$\text{ENL (Mcal/día)} = \{0.120 (\text{PC kg}) 0.75\} - 10.45 + 2.612 \text{ grasa\%} + 0.7367 \text{ leche kg/día}$$

2.9.1.5 Efecto de la deficiencia de energía

La subalimentación energética prolongada da lugar a un retraso en la cubrición por estar insuficientemente desarrolladas las novillas, con el consiguiente retraso en el primer parto. La mayor parte de los efectos negativos de la alimentación deficiente en energía antes del primer parto, pueden compensarse con una alimentación adecuada después del mismo (Swanson y Hinton, 1964).

En las vacas lecheras, el efecto de la ingestión insuficiente de energía es el descenso en la producción de leche, que va acompañado de una pérdida de peso, La subalimentación de las vacas al comienzo de la

lactación da lugar a que la producción de leche sea menor durante esa lactación (Miller, 1989).

El modo de acción por el cual el balance de energía afecta el rendimiento reproductivo no está bien establecido. Posiblemente un balance energético negativo tiene influencia en el estado endocrino del animal, que a su vez regula la función ovárica (Curtis y Cole, 1985). El ganado lechero debe de regresar a una balance positivo de energía en las 6 a 8 semanas después del parto, pero el ganado no va a volver a concebir hasta después de otros 60 días (Grummer, 1993).

Según Britte (1992), el desarrollo de los folículos se puede tornar "afectado" por el medio ambiente metabólico adverso asociado con un balance energético negativo que eventualmente va a producir óvulos que son menos fértiles y cuerpos lúteos que secretan menos progesterona. El balance energético, particularmente durante las tres primeras semanas posparto ha estado correlacionado negativamente con el intervalo a la primera ovulación (Staples y Cole, 1990).

En la alimentación de la vaca lechera, la deficiencia en energía utilizable se produce por una ingestión escasa o por la administración de una ración con una concentración demasiado baja en energía utilizable (NRC, 1989). En las explotaciones lecheras probablemente las causas más frecuentes de las deficiencias en energía es el resultado de la combinación

de la baja calidad y/o las cantidades inadecuadas de forrajes y la escasa suplementación con concentrados (Conrad y Cole, 1964).

La eficacia global de la conversión de energía del alimento en leche se reduce rápidamente al existir una deficiencia en energía. Así mismo, el consumo inadecuado de energía determina una reducción de los sólidos no grasos y del contenido proteico de la leche (Chandler, 1970).

2.9.1.6 Efecto del exceso de energía

Al administrar niveles excesivos de energía, gran parte del exceso se deposita en forma de grasa. Solamente una pequeña cantidad se destina a incrementar la producción de leche (Schmidt y Van Vleck, 1976).

En las vacas lecheras, el exceso de grasa suele afectar a la reproducción y causar otros problemas. Es muy importante que las vacas se encuentren en buen estado de carnes en el momento del parto ya que, al comienzo de la lactación no son capaces de consumir la cantidad de alimento necesarios para cubrir sus necesidades energéticas (Araúz, 1997). Un exceso de energía puede causar problemas como cetosis, acidosis, síndrome de hígado graso, etc.

La cetosis es un trastorno metabólico, caracterizado por el aumento de la concentración de cuerpos cetónicos en diversos líquidos orgánicos; como se puede mencionar la sangre, orina y leche. Las vacas

excesivamente engrasadas, son las más susceptibles a la cetosis (Schultz, 1969). Se considera que, la administración de pequeñas cantidades de concentrados, da lugar a un aumento de la probabilidad de que se presente la cetosis, debido a que las vacas subalimentadas tienen que cubrir una gran parte de las necesidades energéticas a partir de las reservas corporales de grasa (Schultz, 1991). Entre los tratamientos se pueden mencionar inyección intravenosa de glucosa, hormonas adrenocorticotropa (ACTH), o los glucocorticoides y la administración oral de propilenglicol (Miller, 1986).

El síndrome de hígado graso ocurre cuando cantidades excesivas de grasa infiltran al hígado interrumpiendo muchas funciones metabólicas claves. Uno de los factores que conducen a la formación de hígado graso es el sobreacondicionamiento de la vaca al parto. Un marcador de 3.5 a 4.0 al parto es el rango deseable. Una vez que ha parido la vaca, maximice el consumo de materia seca, mantenga la carga de tensión al mínimo y brindar un buen manejo (Drackley, 1991).

La acidosis láctica o laminitis puede ocurrir cuando un animal no habituado, consume grandes cantidades de concentrados en un breve periodo de tiempo debido a los problemas metabólicos, el rumiante debe adaptarse a ese tipo de raciones durante un periodo de 3 a 4 semanas (Huber, 1975). Se justifica entonces empezar a administrar pequeñas cantidades de concentrados a las vacas antes del parto.

El síndrome de la vaca gorda es un trastorno metabólico, digestivo, infeccioso y reproductivo que afecta al ganado lechero. Este síndrome se observa al brindar un alto nivel de concentrado, periodo seco prolongado, escasez de proteína y ciertos minerales (Morrow, 1976).

Un exceso de energía en la dieta puede causar problemas de infertilidad, debido al exceso de grasa en el útero que dificulta la ovulación, disminuye la tasa de concepción, prolonga el intervalo entre parto y disminuye la vida productiva de la vaca (Butler y Smith, 1989).

2.9.2 Necesidades de Proteínas

La proteína es necesaria como materia prima para la síntesis de leche y la falta de la misma puede ser una limitante de producción. La proteína soluble es necesaria como fuente de nitrógeno para los microbios del rumen. El déficit puede originar un rumen con poca actividad y un exceso puede interferir en el uso eficiente de la energía y traer problemas reproductivos (Vidart, 1999). La proteína pasante es importante en vacas de alta producción. Como regla práctica se puede decir que es necesario vigilar esta fracción en vacas que superan el 4 - 5% de su peso vivo en producción de leche.

La proteína microbiana es una proteína de alta calidad porque tiene un buen equilibrio de los aminoácidos esenciales necesitados por la vaca.

Tanto como 3.0 – 3.5 libras de proteína microbiana se pueden sintetizar por día en el rumen de una vaca lechera madura (Heinrichs, 1999). Sin embargo, todas las necesidades de los aminoácidos esenciales en una vaca de alta producción, no se pueden resolver por síntesis microbiana de proteína exclusivamente. Ciertos aminoácidos esenciales necesitan ser provistos en la ración, y una suficiente proporción de esta fuente debe escapar o desviar la degradación del rumen (Samudio, 1997).

La leche es un alimento con una proteína de alta calidad, la relación proteína – energía que precisa la vaca para sintetizar leche es mucho mayor que para mantenimiento. Por tanto, cuanto mayor sea la producción de leche, más alto debe ser el porcentaje de proteína (Schmidt y Van Vleck, 1976).

2.9.2.1 Digestibilidad y utilización de la proteína

Con fines prácticos, la digestibilidad se determina en experimentos de digestión, determinando la proteína ($N \times 6.25$) de los alimentos y de las heces. La diferencia es la proteína aparentemente digestible, que se denomina sencillamente proteína digestible (Miller, 1989).

Según Irigoyen y Ripoll (1995), la fracción proteica de los alimentos pueden dividirse en: nitrógeno no proteico, proteína degradable en el rumen, proteína pasante degradable en el intestino. La primera corresponde a

compuestos nitrogenados, simples que aún no se han transformado en proteína, como ocurre con la urea y pasturas tiernas. La segunda es la más importante porcentualmente en los alimentos, ocupando conjuntamente con la primera cerca del 70% de la proteína total. La tercera participa promedialmente en un 30% del alimento y escapa a la acción de los microorganismos siendo normalmente utilizada en el intestino (Rosas, 1992).

La degradación ruminal de la proteína cruda de la dieta es un factor importante que influye en la fermentación ruminal y aminoácidos suplidos a la vaca lechera. La proteína degradable en el rumen (PD) y la proteína no degradable (PND) son dos componentes proteicos que tienen funciones distintas (Clarck y Davis, 1983). La proteína degradable en el rumen suministra una mezcla de péptidos, aminoácidos libres y amonía para el crecimiento y síntesis de proteína microbiana. La síntesis de proteína microbiana típicamente supe la mayor parte de los aminoácidos que pasan al intestino delgado (Clarck y col, 1992). La proteína no degradable es la segunda más importante fuente de aminoácidos para el animal, ya que el animal la utiliza con mayor eficiencia (Russell y col. 1992). La alimentación de dietas que contienen baja concentración de proteína cruda suplementada con balance en la cantidad de aminoácidos protegidos en el rumen ocasionan una disminución en la excreción de nitrógeno en la orina (Chen y col. 1987).

2.9.2.2 Necesidades de proteína para Mantenimiento

Las necesidades proteicas de mantenimiento vienen determinados por la suma de tres componentes independientes. Se trata de 1) las pérdidas de proteína metabólica fecal, 2) las pérdidas de proteína endógena urinaria y 3) las pérdidas proteicas en las secreciones de la piel y pelo (NRC, 1978; Miller, 1989). Si el animal se le alimenta con una ración cuyo contenido energético es inferior al correspondiente a sus necesidades de mantenimiento, la producción de proteína microbiana resulta insuficiente y por consiguiente su organismo no solo perderá grasa, sino que también perderá proteína o lo que es lo mismo, tejidos magros (Orskov, 1990).

El cuerpo requiere proteínas para constituir y reparar tejidos como parte de las funciones metabólicas normales; además de los tejidos musculares, algunos compuestos como enzimas y hormonas, son proteínas y ejercen fundamentalmente acciones sobre las funciones corporales (Bath, 1986).

Para mantenimiento, una vaca lechera de 500 kg requiere 300 g de proteína digestible o 638 g de proteína cruda total. Para animales de otro peso corporal se ajusta el requerimiento en relación a su peso elevado a la potencia $\frac{3}{4}$ (NRC, 1971). Una vaca de 400 a 675 kg requiere de 380 a 500 g de proteína total por día para satisfacer la necesidad de mantenimiento.

El requerimiento de proteína de mantenimiento (RPM) para vacas de determinado peso corporal se basa en ecuación (NRC, 1971):

$$\text{RPM (Mcal/día)} = 0.085 \times \text{Peso Corporal (PC) (kg)}^{3/4}$$

La NRC (1989) utilizó ecuaciones derivadas por Swanson (1977), en donde estimaba el requerimiento de proteína urinaria endógena (PUE).

$$\text{PUE (g/día)} = 2.75 \times \text{PC (kg)}^{0.50} \quad \text{NRC, (1989); la proteína metabolizable (PM) requerida para la misma es: } \text{PM} = 4.1 \times \text{PC (kg)}^{0.50}$$

El mismo autor derivó la ecuación para el requerimiento de proteína --
-- (P--):

$$\text{P-- (g/día)} = 0.2 \times \text{PC (Kg)}^{0.60} \quad \text{NRC (1989), la proteína metabolizable requerida para la misma es : } \text{PM} = 0.3 \times \text{PC (kg)}^{0.60}$$

La NRC (1989), calculó la proteína fecal metabólica (PFM) como sigue:

$$\text{PFM (g/día)} = 90 \times \text{MSI (kg/día)} \quad ; \text{ en donde MSI = materia seca indigerible}$$

Se asume una eficiencia de conversión de Proteína metabolizable (PM) a Proteína neta (PN) de 0.67 (NRC, 1989); por lo que se predice la ecuación del requerimiento de proteína metabolizable para el mantenimiento (PMm) en:

$$\begin{aligned}
 \text{PMm (g/día)} = & 4.1 \times \text{PC (Kg)}^{0.50} + 0.30 \times \text{PC (kg)}^{0.60} + \{ (\text{MSI} \\
 & (\text{kg}) \times 30) - 0.50 (\text{PM bacteriana} / 0.8) - \text{PM bacteriana} \} + \text{PM} \\
 & \text{endógena} / 0.67
 \end{aligned}$$

2.9.2.3 Necesidades de proteína para Crecimiento

Las necesidades proteicas para los aumentos de peso, dependen del contenido en proteína de esos aumentos de peso, a su vez dependen del peso vivo y del ritmo de aumento de peso del animal (Holmes y Wilson, 1989).

A medida que un animal se aproxima al tamaño adulto, la formación de tejido muscular decrece y se hace más importante la deposición de grasa aunque, se sabe que los requerimientos de proteína para crecimiento disminuyen constantemente en la medida que el animal se aproxima a la edad adulta y en consecuencia se recomienda considerar las necesidades adicionales para crecimiento hasta la segunda lactancia (NRC, 1989). La NRC (1989), recomienda incrementar estos valores en 20% para vacas de primer parto y 10% para vacas de segundo parto, con el fin de no comprometer el crecimiento de estos animales.

2.9.2.4 Necesidades de Proteína para Producción

El contenido proteico de la leche varía notablemente entre las distintas vacas, siendo importantes los efectos raciales. Cada Kg de pérdida de peso aporta aproximadamente 112 – 130 g de proteína tisular, de los cuales aproximadamente el 75% puede incorporarse a las proteínas de la leche (Holmes y Wilson, 1989).

Además de la grasa corporal, se utiliza una pequeña cantidad de proteína del organismo, pero la relación entre la proteína obtenida de los tejidos corporales y la necesaria para la síntesis de leche es baja en comparación con la energía obtenida. Por consiguiente, las vacas de alta producción al comienzo de la lactación necesitan una mayor densidad proteica en la dieta (15 a 18%) (NRC, 1989).

Para producción de leche, la NRC (1989), estandariza un suministro cerca de 150% de la cantidad de proteína cruda en la leche. Así, por cada kg de leche corregida al 4 % de grasa, se requieren 51 g de proteína digestible o 78 g de proteína cruda total.

Según la NRC (2001), señala que la proteína requerida para lactación está basada en la cantidad de proteína secretada en la leche. La ecuación para calcular la proteína en la leche (kg/día) es:

$$\text{Proteína láctea (kg/día)} = \text{Prod. Leche (kg/día)} \times (\text{Prot. Verdadera en la leche} / 100)$$

La eficiencia para usar la proteína metabolizable en lactación es asumida en 0.67.

La ecuación para el requerimiento de proteína metabolizable para lactación (PM Lact.) en g/día es:

$$\text{PM Lact. (g/día)} = \{(\text{Prot. Láctea (Kg/día)} \times 0.67)\} \times 1000$$

Para evaluar los cambios en la concentración de proteína cruda en la dieta, la NRC (2001), da a conocer varios estudios en la producción de leche y su composición.

En general, la producción de leche incrementa cuadráticamente con el incremento en la PC de la dieta. La ecuación de regresión obtenida fue:

$$\text{Prod. Leche (kg/día)} = 0.8 (\text{IMS}) + 2.3 (\text{PC}) - 0.05 (\text{PC})^2 - 9.8$$

En donde:

IMS = ingestión de materia seca (kg/día)

PC = proteína cruda (% en la materia seca)

Según Roffler y col. (1986), citado por la NRC (2001), al incrementar la proteína cruda de la dieta en 1% de 15 a 16% y de 19 a 20% produjo un incremento en la producción de leche de 0.75 y 0.35 Kg/día respectivamente. La máxima producción de leche fue obtenida con un 23% de proteína cruda.

2.9.2.5 Necesidades de proteína para reproducción

En la práctica se recomienda suplir proteína para los requerimientos de gestación durante los dos últimos meses, ya que en esta etapa se produce el mayor crecimiento del feto siendo la proteína, además del agua, una buena parte de los tejidos fetales (NRC, 1989).

El feto tiene una evidente prioridad y de aquí que, de hecho, la hembra gestante utilice su masa muscular para mantener el crecimiento del feto para hacer frente a un suministro deficiente de proteína, lo que da como resultado la debilitación de la hembra gestante, haciéndola más propensa a trastornos reproductivos y limitando la producción de leche en el período de lactación (Miller, 1989).

La estimación del requerimiento de nutrientes durante la gestación por medio del método factorial requiere del conocimiento del porcentaje de nutrientes utilizados por los tejidos en la concepción (feto, placenta, fluidos fetales y útero) y la eficiencia con la cual los nutrientes de la dieta son utilizados (NRC, 1989). La NRC (2001), estimó el requerimiento de proteína para gestación de los 2 últimos meses de preñez. Sin embargo, las estimaciones de Bell y col. (1995), no varían grandemente con las previas estimaciones y respaldan el reporte de los requerimientos publicados por la NRC (1989). Bell y col. (1995), incluyó solo animales de más de 190 días de gestación porque los requerimientos son pequeños antes de este tiempo.

Según la NRC (2001), la ecuación para el peso de la concepción (PCp) en animales entre 190 y 279 días de gestación es:

$$PCp = \{18 + (\text{días preñez} - 190) \times 0.665\} \times (PCN / 45)$$

en donde;

PC = peso de la concepción

PCN = peso de la cría al nacimiento

El promedio de ganancia diaria debido a la gestación (GDG) es:

$$GDG = 665 \times (PCN/45)$$

La proteína metabolizable requerida en gestación (PMG) es:

$$\text{PMG} = \{ (0.69 \times \text{días preñez}) - 69.2 \} \times (\text{PCN} / 45) / \text{EPMG};$$

En donde:

EPMG = eficiencia de la proteína metabolizable en gestación, asumida en 0.33.

2.9.3. Efecto de la deficiencia de proteína

La proteína es un factor clave para tantas funciones y procesos bioquímicos, la deficiencia proteica tiene multitud de consecuencias. En las vacas lecheras la escasez de proteína determina una disminución en la producción de leche y un descenso en los contenidos en proteína y sólidos no grasos de la misma; así mismo, en vacas gestantes reduce el ritmo de crecimiento del feto produciéndose animales de bajo peso al nacimiento, como también animales débiles y susceptibles a enfermedades (Armentano, 1999).

La NRC (1989), consideraba que los requerimientos de proteína eran constantes durante el periodo seco; sin embargo, se ha demostrado que una deficiencia de proteína al final de la gestación trae como consecuencia un bajo desarrollo de la glándula mamaria, baja producción de calostro y causa efectos en el crecimiento y desarrollo del feto.

Las vaquillas deben ser alimentadas con una dieta más alta en proteína en comparación con las vacas a fin de cubrir sus requerimientos de crecimiento y compensar su ingestión más baja de alimento (Samudio, 1997). Una deficiencia de proteína en las ración de vacas próximas al parto (menos de 12%) puede dar como resultado una menor producción leche y proteína en la lactancia siguiente (Maynard, 1968). Igualmente, los días al primer servicio y los días a la concepción tienden a ser mayores cuando las vacas posparto reciben una alimentación deficiente en proteína (Araúz, 1996).

A nivel del rumen, la deficiencia proteica reduce el ritmo de fermentación microbiana, disminuyendo la cantidad de alimento que puede ser digerido por día. Además, si existe una deficiencia de proteína, el contenido en energía neta de una ración puede verse reducido debido a la menor eficiencia de utilización de la energía digerida (Heinrichs, 1999).

2.9.4. Efecto del Exceso de Proteína

El principal problema del exceso de proteína es el aumento del costo de alimentación. Cuando aumentamos los niveles de proteína en la ración causamos un exceso del mismo en las vacas lecheras; en el cual se acumulan no como proteína sino en forma de energía. Según las

condiciones del animal, puede ser utilizado como energía inmediata o puede ser acumulada en forma de grasa (Miller, 1989).

Las cantidades muy altas de proteína puede hacer disminuir la eficiencia de utilización de la energía, debido a la cantidad utilizada para metabolizar y eliminar el exceso de nitrógeno (Ruiloba, 2000). Además por el proceso de control homeostático del animal, el exceso de proteína es utilizado como energía y es muy costoso utilizar proteína como fuente energética (Samudio, 1997), ampliando a su vez la necesidad de agua para el mantenimiento excretorio y la excreción de sustancia integral endógena en particular (Araúz, 1998).

2.9.5 Necesidad de minerales

Los minerales son nutrientes esenciales los cuales influyen en la eficiencia de la producción del ganado lechero.

Según Morrison (1964), Maynard (1976), NRC (1989); de acuerdo con el nivel requerido por el organismo, los minerales se clasifican en macro minerales tales como calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg), potasio (K), azufre (S), sodio (Na), cloro (Cl). Estos macrominerales son exigidos diariamente en grandes cantidades (hecho del que deriva su clasificación) por lo que su expresión cuantitativa se hace en gramos (gr) por día o porcentaje de la

dieta. Por su parte, los microminerales u oligoelementos derivan su nombre o clasificación del hecho de ser requeridos en pequeñas cantidades diarias; no obstante, su omisión en la dieta ocasiona efectos perjudiciales severos. Generalmente, los microminerales son expresados en miligramos (mg) por día, en partes por millón (ppm) o mg/kg de materia seca. Entre los oligoelementos tenemos el hierro (Fe), cobre (Cu), cobalto (Co), manganeso (Mn), selenio (Se), zinc (Zn), yodo (I), y molibdeno (Mo).

La NRC (2001), señala que el requerimiento para el mantenimiento de minerales incluye las pérdidas endógenas fecales y las urinarias insensibles. El requerimiento para la lactación como la concentración del mineral en la leche multiplicado por la producción de leche corregida al 4% de grasa. El requerimiento para la gestación es definido como la cantidad del mineral retenido dentro del tracto reproductor (feto, contenido uterino y útero) en cada día de gestación. Para el requerimiento de crecimiento es expresado como la cantidad de mineral retenido por kg de peso ganado. La suma de estos requerimientos es referido como el "Requerimiento de mineral absorbido".

2.9.5.1. Importancia de los macrominerales en la nutrición animal

2.9.5.1.1 Calcio (Ca)

Es uno de los elementos más abundantes en el organismo; ya que equivale aproximadamente al 2% del peso vivo del animal, junto con el fósforo representan el 70% de los elementos en el cuerpo y el 50% de los minerales que aparecen en la leche (Maynard, 1976; Morrison, 1964).

La NRC (1989), señala que por cada Kg de leche con el 4% de grasa contiene, por término medio; 1.23 g de Ca. Suponiendo una utilización del 45%, las necesidades de Ca para la producción de leche son de 2.7 g / Kg de leche.

La NRC (2001), señala que para el mantenimiento del ganado no lactante, la absorción de calcio requerido es 0.0154 g/kg de peso corporal. Para animales en lactación el requerimiento de mantenimiento es incrementando a 0.031 g/kg peso corporal (Martz y col. 1990). La cantidad de calcio por kg de leche producida varía ligeramente con la cantidad de proteína en la leche, la cual varía entre las razas. La absorción de calcio requerido por kg de leche producido es 1.22 g para vacas Holsteín, 1.45 g

para vacas Jersey y 1.37 para las otras razas. Las vacas requieren cerca de 2.1 g de calcio absorbido por kg de calostro producido (NRC, 2001).

2.9.5.1.2 Fósforo (P)

Las necesidades estimadas están basadas en la utilización del fósforo, que desciende desde el 90% para los animales jóvenes hasta el 55% en el ganado vacuno de más de 400Kg (Miller, 1989). Se ha prestado gran atención a la relación calcio-fósforo. En los huesos, la relación es aproximadamente, 2 a 1 en el ganado de más edad, pero es algo más baja en el ganado joven. En la leche, la relación es de aproximadamente 1.3 a 1 (NRC, 1989). El fósforo es uno de los elementos deficitarios o limitantes en las fuentes forrajeras de nuestro país, a este enunciado se unen las publicaciones de Quiroz y De Gracia (1983), Zorrilla y McDowell (1987), Samudio (1995) y Ríos (1997); quienes sugieren que la deficiencia de P, es la principal limitante mineral para los bovinos en nuestro país. Por esta situación inferimos que tanto la producción como la reproducción del hato lechero a nivel nacional está comprometido entre un 40% a 50% (Araúz, 1997).

El requerimiento de fósforo absorbido (g/día) en la lactación es igual a la producción de leche diaria multiplicado por el porcentaje de fósforo en la leche. El contenido de fósforo en la leche está en un rango de 0.083 a 0.085% (Wu y col. 2000); 0.087 a 0.089% (Spiekers y col. 1993) y 0.090 a

1.00% (Flynn y Power, 1985).. El valor de 0.090% (0.90 g de fósforo por kg de leche) fue usado como requerimiento de fósforo absorbido utilizado por la NRC (2001).

2.9.5.1.3 Magnesio (Mg)

Participa en la integridad estructural del esqueleto ya que forma parte de la estructura ósea en un 70%. Los 30% restante están en los tejidos suaves del organismo siendo que apenas 1% se encuentra en el fluido extracelular (Miller, 1985).

Etgen y Reaves (1990), mencionan que con 2 ó 2.5 gr/día de magnesio se suplen los requerimientos de mantenimiento de una vaca lechera; mientras que para la producción se requiere de 0.12 gr/kg de leche producido; en términos porcentuales esto representa 0.20% de Mg en la ración de vacas lactantes. Estos requerimientos deben incrementarse en 0.30 % en el inicio de la lactación, pues debido al alto contenido de Mg en la leche (0.015 %) y a la alta producción (NRC, 1989).

2.9.5.1.4 Sodio (Na) y Cloro (Cl)

Las necesidades de Na aumentan en los climas calurosos, en que se produce gran cantidad de sudor; de igual manera durante la lactación, debido a la cantidad eliminada con la leche (Maynard, 1968). La concentración de sodio promedio en la leche de varios estudios fue

0.63 g/kg; el cual fue tomado como el requerimiento de sodio absorbido para la producción de leche (ARC, 1965; citado por NRC, 2001). Este constituye una gran porción del total de sodio requerido por la vaca en lactación.

La concentración de cloro promedio en la leche de varios estudios fue 1.15 g/L. El requerimiento de cloro en lactación fue calculado como 1.15 g/kg de leche producida (ARC, 1965; citado por NRC, 2001).

Para Bath (1986), el aporte de 25 g de NaCl/1000 lb de peso vivo y de 1.76 g/kg de leche es el indicado, pero en realidad al transformar esos valores a porcentajes de la ración, se refiere a 0.18 – 0.22 % de sal en la ración. La NRC (1989), menciona que la sal puede estar hasta en un 4% del total de la materia seca para las vacas lecheras.

2.9.5.1.5 Potasio (K)

Es el elemento mineral más abundante en el cuerpo animal y el principal catión en el fluido intracelular, donde se relaciona con el Na, Ca y Mg para establecer un balance iónico en este fluido (Mcdowell, 1984).

Miller (1989), manifiesta que algunos signos de deficiencia de K son, la disminución en la producción de leche, pica y elevada lectura de hematocrito. Beede (1999), recomienda un valor de 1.2% de K en la materia seca bajo condiciones de

estrés calórico, pues se produce una mayor pérdida a través del sudor del ganado.

La concentración promedio de K en la leche es 0.15%; el cual es mayor que cualquier otro elemento mineral. El requerimiento de K absorbido en lactación fue calculado en 1.5 g/kg de leche producida (NRC, 2001).

2.9.5.1.6 Azufre (S)

Cerca de 0.15% del peso corporal es azufre. La metionina, cistina y cisteína no pueden ser sintetizadas por los tejidos del ganado lechero. Estos nutrientes deben ser suplidos en la dieta o sintetizados por los microbios ruminales (Hill, 1985). Bouchard y Conrad (1973), determinaron que 0.20% de azufre en la dieta al ser suplidos con calcio, potasio y magnesio presentaron una adecuada retención del mismo (síntesis proteica microbiana de cistina y metionina) en vacas de media lactación produciendo 30 a 37 kg de leche por día (NRC, 2001). El requerimiento de azufre es ajustado en 0.20% en la materia seca de la ración.

2.9.6 *Importancia de los ,microminerales en la nutrición animal*

Se demostró que los microminerales cobre (Cu), cobalto (Co), Zinc (Zn), molibdeno (Mo), yodo (I), hierro (Fe), manganeso (Mn) son requeridos como un suplemento dietético

para ruminantes en pastoreo en el ganado lechero (Samudio, 1995).

2.9.6.1 Hierro (Fe)

El nivel de hierro en la leche de vaca es muy bajo y no se modifica sustancialmente al incrementar el contenido de la dieta. En un trabajo de investigación, el contenido de hierro de la leche, tal como se obtiene de la ubre, osciló entre 0.18 y 0.31 ppm (Miller, 1989). El requerimiento de hierro durante la gestación entre el día del parto y el día 190 ha sido estimado en 18 mg /día (House y Bell, 1993). El requerimiento de hierro absorbido durante el crecimiento del ganado ha sido 34 mg Fe/kg de ganancia diaria promedio. El contenido de hierro en leche es de 1 mg Fe/kg (NRC, 2001).

2.9.6.2 Zinc (Zn)

Las necesidades de Zn estimadas para el ganado vacuno lechero son de, aproximadamente 40 ppm en la materia seca de la dieta (NRC, 1989). En vacas lecheras en producción, la administración de 1279 ppm de zinc en la materia seca de la dieta, no determinó una reducción en los rendimientos (Miller, 1989). El contenido de Zn en la leche es cerca de 4 mg/kg (rango de 3.4 a 5.8 mg). El requerimiento de Zn en lactación puede variar grandemente. La cantidad de Zinc retenida durante el crecimiento de los

tejidos corporales es estimado en 24 mg de Zn/kg de ganancia diaria promedio (rango de 16 a 31 mg) (NRC, 1989; Kirchgessner y Neesse, 1976).

En las condiciones panameñas, es de fundamental importancia el suplir a nuestros animales lecheros de suficiente Zn, pues Mcdowell (1984) y Samudio (1995) presentan a nuestros forrajes como deficitarios en este elemento.

2.9.6.3. Cobre (Cu) y Molibdeno (Mo)

La leche de vaca contiene muy poco Cu, pero si la ingestión de Cu por la madre es adecuada, el recién nacido dispondrá de reservas importantes de Cu en el hígado. En condiciones normales las necesidades mínimas de Cu son de 10 ppm en la materia seca del alimento (NRC, 1989). El contenido de Cu en la leche es alrededor de 0.15 mg/kg. El requerimiento de Cu absorbido durante la lactación es un promedio de 0.15 mg de Cu por kg de leche producida (NRC, 2001).

Hurley y Doane (1989), comentan que los excesos del molibdeno (Mo) afectan la reproducción al afectar los sitios receptores de hormonas esteroidales (estrógeno y progesterona) y al provocar deficiencias de Cu con su consecuente incidencia sobre la reproducción. La máxima concentración tolerable en la dieta de molibdeno es sugerida en 10 mg/kg de materia seca (NRC, 1989).

2.9.6.4. Cobalto (Co)

El cobalto (Co), del que sólo se conoce bien una función esencial es de trascendental importancia práctica en los rumiantes. La única función esencial, totalmente aclarada del cobalto, es del de formar parte de la vitamina B12, que puede ser sintetizada por los microorganismos del rumen para luego ser usada en el tejido animal (Miller, 1989).

El requerimiento de cobalto en la dieta fue estimado en 0.11 mg/kg de materia seca en la dieta, y está basado en la cantidad de cobalto que debe ser suplido para mantener la concentración en tejidos de vitamina B12 sobre los 0.3 µg/L (Miller y col. 1988).

2.9.6.5. Yodo (I)

Este elemento, es un componente esencial de las hormonas tiroideas (T3 y T4), la cual regula el nivel del metabolismo energético en todas las células del organismo (Miller, 1989).

El análisis del contenido de I en la leche parece ser relativamente fácil y es un sistema que permite determinar si la ingestión de I es adecuada, aunque el contenido de I de la leche de las vacas de alta producción es más bajo cuando la cantidad ingerida en la dieta es suficiente. Aproximadamente el 10% de I de la dieta aparece en la leche, sin embargo,

el porcentaje puede aumentar si la producción de leche es mayor (Heinrichs, 1999).

2.9.6.6. Manganeso (Mn)

La NRC (1989), señala que los requerimientos de manganeso (Mn) no han sido definidos con exactitud, pero 40 ppm de Mn evita la aparición de las deficiencias en el ganado lechero, Mcdowell (1984), al citar a NRC (1980), sugiere que el nivel máximo tolerable para el ganado bovino es de 1000 ppm por cortos períodos de tiempo. La NRC (1989), sugiere que 40 mg de manganeso por kg de materia seca en la dieta deben ser adecuados para toda clase de ganado, aunque el requerimiento no fue actualmente determinado.

Quiroz y De Gracia (1983), Mcdowell (1984) y Samudio (1995), señalaron que los forrajes en Panamá son deficientes en manganeso; lo que involucra deficiencias que afecta el desempeño reproductivo de nuestras vacas lecheras.

2.9.6.7. Selenio (Se)

Una gran proporción del Selenio (Se) en la leche, probablemente el 60- 75 % se encuentra en la fracción proteica (Heinrichs, 1999). Tanto la deficiencia como la intoxicación de selenio se presentan en el ganado lechero, pero especialmente las deficiencias marginales, no han sido

comprobadas. Ambas se encuentran estrechamente relacionadas con el contenido en Se de los alimentos. El ganado lechero necesita aproximadamente 0.1 ppm de Se en la dieta (Miller, 1989).

Se ha demostrado que el número de casos de retención de placenta se reduce por la inyección de Se y vitamina E durante el período en que las vacas están secas (Schmidt y Van Vleck, 1976).

La sexta edición de la NRC (1989), define el requerimiento de Selenio en 0.3 mg/kg de materia seca para todas las clases de ganado lechero. La concentración de selenio en la leche es incrementada cuando las vacas son alimentadas conteniendo selenio adicional (Grace y col. 1997). El incremento de la concentración de selenio en la leche puede tener un efecto positivo en la salud humana y del ternero (Van Saun y col. 1989). La concentración de selenio en la leche es 0.01 a 0.025 mg/kg (Conrad y Moxon, 1979). Para vacas en lactación produciendo 30 kg/día de leche, el requerimiento de selenio absorbido sería aproximadamente 1.7 mg/día y el requerimiento de la dieta sería 4 mg/día. Basados en datos disponibles, el requerimiento de selenio fue mantenido en 0.3 mg/kg de materia seca en la dieta (NRC, 2001).

2.9.7. Necesidades de vitaminas

Las vitaminas son compuestos orgánicos indispensables para el mantenimiento de las funciones orgánicas (Samudio, 1997). Cada una tiene una función específica, su omisión en la dieta producirá síntomas específicos de deficiencia y dependiendo de la intensidad y tiempo de la deficiencia conducirá a la muerte (Miller, 1989). Se han clasificado dependiendo de su solubilidad en : liposolubles (A,D,E,K) y las hidrosolubles (Tiamina (B1), Riboflavina (B2), Piridoxina(B6), Cianocobalamina(B12) Biotina(H) , Ácido Fólico , Niacina , Ácido Pantotéico , Colina y Vitamina C).

2.9.7.1 Vitaminas Liposolubles

El ganado lechero requiere vitamina A, D, E y K; sin embargo la vitamina A y E son las únicas con requerimiento en la dieta. La vitamina K es sintetizada por las bacterias ruminales e intestinal. La vitamina D es sintetizada por la radiación ultravioleta sobre la piel (NRC, 1989).

2.9.7.1.1. Vitamina A

Eaton y col. (1972), sugirieron que el requerimiento para animales lecheros en crecimiento está entre 60 a 100 UI/kg de peso corporal. El requerimiento de vitamina A en el ganado lechero adulto según la NRC (1989), fue de 110 UI/kg de peso corporal. En un estudio reciente, la

producción de leche incrementó de 35 a 40 kg/día cuando las vacas fueron alimentadas en una lactación temprana con dietas que proveían aproximadamente 280 UI de vitamina A por kg de peso vivo comparada con vacas alimentadas aproximadamente con 75 UI/kg de peso vivo (Oldham y col. 1991).

El requerimiento para vacas secas según NRC (2001) fue de 76 UI/kg de peso vivo.

2.9.7.1.2. Vitamina D

La vitamina D es esencial para el metabolismo normal del calcio y del fósforo, e influye sobre el metabolismo de otros minerales. Esta vitamina juega un papel fundamental en la síntesis de una proteína especial ligante del calcio que interviene en la absorción del calcio. La vitamina D favorece, además la deposición del calcio y del fósforo en el hueso (NRC, 1978).

Astrup y Nedkvitne (1987), reportaron que las vacas en lactación produciendo cerca de 20 kg de leche por día requiere cerca de 10 UI de vitamina D por kg de peso corporal para mantener una concentración normal de calcio y fósforo en sangre. Según la NRC (1989), señala que el requerimiento de vitamina D para vacas lecheras adultas fue ajustado a 30 UI por kg de peso corporal, el cual es necesario para mantener una concentración normal de 25 – hydroxyvitamina D, calcio y fósforo. Hibbs y

Conrad (1983), manifiestan que la producción de leche y la reproducción causó beneficios en la salud al mejorar el potencial cuando dietas fueron suplementadas con 70 UI/kg peso vivo. La suplementación de la vitamina D en los niveles apropiados puede mejorar la utilización del calcio y del fósforo, el metabolismo y el funcionamiento reproductivo.

Las raciones bajas de la vitamina D puede dar lugar al raquitismo y los huesos débiles (Castle y Watkins, 1988) entre otros efectos.

2.9.7.1.3. Vitamina E

La deficiencia de vitamina E en el ganado lechero adulto es poco probable en nuestro medio, pues los pastos verdes o con poco tiempo de cosechados poseen cantidades adecuadas de esta vitamina (Samudio, 1995). Esto justifica la aplicación de esta vitamina de forma parenteral durante la estación seca, cuando la cantidad y calidad de los pastos disminuye y el animal es expuesto a una mayor tensión por factores ambientales.

Según Van Saun y col. (1989), para vacas en lactación, la cantidad recomendada de vitamina E es 0.8 UI/kg de peso corporal (aproximadamente 20 UI/kg de materia seca cuando se alimenta con forrajes conservados). La cantidad de vitamina E suplementada incrementa cuando se brinda dietas bajas en forrajes (típicamente los forrajes tienen más

vitamina E que los concentrados). Basados en los consumos de alimento y en las concentraciones promedio de vitamina E en los alimentos para ganado, la cantidad recomendada de vitamina E es aproximadamente 2.6 UI/kg peso vivo durante la lactación y el periodo final de la gestación (NRC, 2001).

2.9.7.1.4. Vitamina K

La vitamina K es sintetizada por los microorganismos del rumen y cumple una función específica que es participar en la coagulación de la sangre cuando así se requiera por alteración que comprometan al sistema vascular y la piel. Los rumiantes producen suficiente vitamina K para cubrir los requerimientos normales del organismo, de tal forma que no es necesario suplir esta vitamina en las dietas del ganado lechero (Miller, 1989).

El ganado requiere vitamina K para la síntesis al menos una docena de proteínas. Entre éstas, son 4 los factores en la coagulación de la sangre: protombina (factor II, factor VII, IX y X. Estas vitamina K son dependientes de factores proteicos como componentes de un complejo sistema de funciones para prevenir hemorragias por activación de trombina y últimamente formando un coágulo (Combs, 1992).

2.9.7.2. Vitaminas hidrosolubles

Son aquellos que se disuelven en agua y están constituidas por las vitaminas del complejo B y la vitamina C. Todas estas vitaminas son esenciales para el animal puesto que intervienen en el metabolismo intermedio del animal como coenzimas (Pezo y Ruíz, 1983).

Los microorganismos ruminales sintetizan la mayoría de las vitaminas hidrosolubles (biotina, ácido fólico, niacina, ácido pantoténico, riboflavina, pyridoxina, tiamina y vitamina B12) y mancomunadamente los alimentos para animales generalmente contienen altas concentraciones de estas vitaminas. La vitamina C es sintetizada por los animales rumiantes. Las deficiencias de estas vitaminas son raras en animales con rumen funcional (NRC, 1989).

2.9.7.2.1. Vitamina C

La vitamina C no es considerada un nutriente esencial para la salud del ganado de mayor edad; sin embargo, los terneros menores a 3 semanas de edad no pueden sintetizar el ácido ascórbico. Algunos estudios han reportado beneficios a la suplementación de vitamina C, principalmente administradas al parto (Cummins y Brunner, 1991). La suplementación oral de 1 a 2 g/día de vitamina C a terneros prerumiantes eleva la concentración

en plasma de ácido ascórbico comparado con los no suplementados (Hidiroglon y col. 1995).

2.9.7.2.2. Complejo B

Durante años se ha aceptado que los microorganismos ruminales sintetizan suficientes vitaminas del complejo B y que los mismos se encuentran en cantidades abundantes en los alimentos utilizados en vacas lecheras. Los tejidos del ganado vacuno deben disponer de vitaminas del grupo B como cofactores de diversos sistemas enzimáticos para las importantes reacciones bioquímicas que tienen lugar en el metabolismo de algunos nutrientes así como para otras funciones vitales (Miller, 1989).

Las enfermedades deficientes en vitamina B pueden ser inducidas cuando los terneros prerumiantes son alimentados con dietas sintéticas, pero son raras cuando los terneros son alimentados con leche (NRC, 1989).

2.9.8. Necesidades de agua

El agua es tal vez el más importante de los nutrientes; ya que es uno de los componentes más abundantes del organismo 70 – 75 % en el cuerpo magro (Holmes y Wilson, 1989). Uno de los nutrientes más baratos de brindar a los animales es el agua, y supone una economía falsa al limitar el consumo en la vaca lechera cuando es máxima su producción de leche (Castle yWatkins, 1988).

El cuerpo de las vacas lecheras está compuesto de 70 % de agua dependiendo de la condición corporal del animal; además la pérdida de 10 % del agua corporal, la muerte será inminente (Rulloba , 2000). Murphy (1983), manifiesta que el consumo de materia seca, la producción de leche, la temperatura ambiental y el consumo de sal común (cloruro de sodio), son los principales factores que afectan el consumo de agua durante los primeros cuatro (4) meses de lactación.

La vaca lechera requiere de 3 a 4 litros de agua por Kg de materia seca ingerida (Araúz, 1997). Se considera que los terneros jóvenes necesitan más agua; aproximadamente 6 litros de agua por Kg de materia seca consumida. Durante los últimos 3- 4 meses de gestación, las necesidades aumentan sustancialmente (NRC, 1978).

El consumo de agua ha sido descrito por la Academia de Ciencias de Estados Unidos a través del Consejo de Investigación (NRC, 1989), el cual se expresa en la siguiente ecuación regresiva:

Consumo de agua (Kg/día) = 15.99 + 1.58X1 + 0.90X2 +0.05X3 +1.20X4
(Murphy y col. 1983).

Donde:

X1 = Consumo de materia seca (Kg/día)

X2 = Producción de leche (Kg/ día)

X3 = Consumo de sodio (gr/día)

X4 = Temperatura mínima diurna (°C)

Al analizar las necesidades de agua de la vaca lechera, debemos recordar que la misma se pierde a través de la saliva, orina, heces, sudor, leche y como parte del proceso respiratorio; factores todos influenciados por el medio ambiente, humedad, tasa de respiración, consumo de agua y composición de la dieta (Miller, 1989).

En estudios en donde la producción de leche fue 33 – 35 kg/día el consumo libre de agua fue 2 kg (Holter y Urban, 1992), 2.7 kg (Murphy y col. 1983) y 2.3 kg (Dado y Allen, 1994) por kg de leche producida. En estudios con bajas producciones de leche (menos de 26 kg/día) el consumo de agua fue de 2.6 a 3.0 litros/kg de leche (Castle y Thomas, 1975). La pérdida de agua a través de la leche en vacas con producción de 333 kg/día fue alrededor de 29 a 34% del total d agua consumida (Holter y Urban, 1992).

2.10. Fisiología de la lactación y la curva de producción láctea.

La lactación es el resultado de dos procesos; en primer lugar, la síntesis y secreción de la leche a la luz del alveolo y, en segundo lugar, la extracción de la leche de la glándula. El potencial para la producción lechera diaria queda determinado poco después del parto, por la cantidad de tejido secretor existente y su actividad (Holmes y Wilson, 1989).

La producción de leche a lo largo de una lactación presenta una forma curva lineal con varias fases. En las diferentes fases, los requerimientos nutricionales varían de acuerdo a su nivel de producción (Cole, 1988). La producción de leche aumenta rápidamente después del parto, hasta el 50 y 80 por ciento de la producción máxima diaria, en unos pocos días. La máxima producción diaria se alcanza de tres (3) a seis (6) semanas después del parto y luego se produce un descenso gradual en la producción, durante el resto de la lactación (Judkins, 1978).

La ingestión de nutrientes disminuye durante los primeras 8 a 12 semanas de lactación, en tanto que la producción de leche y grasa alcanzan un máximo entre las tres y las seis semanas. Esto ocasiona que las vacas al presentar el pico de lactación presenten un balance negativo de nutrientes; lo cual ocasiona que la vaca utilice sus reservas corporales para mantener un nivel de producción adecuado y contribuir con las necesidades metabólicas (Castle y Watkins, 1988). Durante este periodo, las reservas de grasa y proteínas son utilizadas para síntesis de grasa y proteína de la leche. Al comienzo de la lactación, las vacas pueden perder hasta 1 kg de peso al día, lo cual aportaría la cantidad suficiente de ácidos grasos de cadena larga como para producir 35 litros de leche (Holmes y Wilson, 1989). Es importante que durante esta etapa de la lactación la deficiencia obligada de nutrientes sea lo más reducido, para así evitar que la vaca utilice sus

reservas corporales y así causar otros problemas a nivel metabólico, como la hipocalcemia (Alais, 1981).

A medida que progresa la lactación, la ingestión de nutrientes resulta suficiente para cubrir las necesidades de mantenimiento y lactación, y el exceso, si lo hay, se utiliza para reponer las reservas corporales; condición ésta que forma el proceso de la lipogénesis (Bauman, 1980).

Es importante considera que para observar el desplazamiento de una curva de lactación normal, se debe permitir ajustar la alimentación del ganado lechero, para satisfacer las necesidades nutricionales y evitar los desgastes excesivos de las reservas corporales de la vaca lechera (Castle y Watkins, 1988).

2.10.1 Síntesis y secreción láctea

La síntesis de leche involucra todo el cuerpo de la vaca, la misma debe ser nutrida adecuadamente con los suficientes alimentos nutritivos o materia prima para la síntesis de leche o para permitir que estos nutrientes sean movilizadas de lugares alternativos del cuerpo (Maynard, 1968).

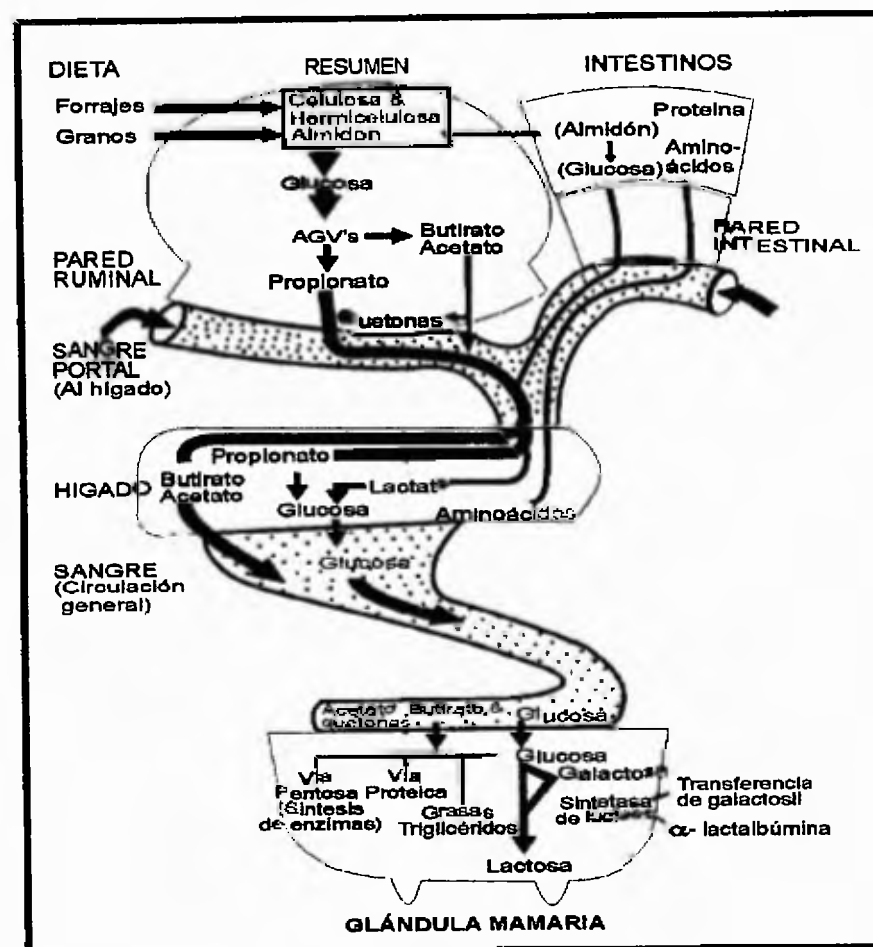
2.10.2 Síntesis de carbohidratos en la leche

El carbohidrato principal en la sangre de la vaca es la glucosa. La mayoría de los carbohidratos de la dieta se fermentan para formar ácidos grasos volátiles; en donde la mayoría de la glucosa se forma a partir del

metabolismo del ácido propiónico en el hígado de la vaca, mientras que algo proviene del metabolismo de los aminoácidos (gluconeogénesis) en tejidos periféricos de la ubre (Schmidt y Van Vleck, 1976). La disponibilidad de glucosa es un factor primordial de limitación para la secreción de leche en los rumiantes (Larson, 1974).

Figura 5.

Síntesis de Carbohidratos en la Leche



Fuente: Wattiaux y Homan, 1999.

La glucosa es el único precursor de la lactosa. Dos moléculas de glucosa deben entrar a la célula mamaria por cada molécula de lactosa que se forma. Una de las unidades de glucosa se convierte en una forma de galactosa, en donde la condensación de la segunda molécula de glucosa con galactosa es catalizada por la enzima lactosa-sintetasa (Wattiaux y Homan, 1999).

La secreción de lactosa dentro del alvéolo produce el arrastre de agua dentro del mismo. La lactosa es uno de los determinantes principales del volumen de leche debido a que representa aproximadamente la mitad de la presión osmótica en la leche y por lo tanto controla el volumen de agua (Holmes y Wilson, 1989).

Por otra parte, el contenido en lactosa en la glándula mamaria mediada la lactación, es relativamente constante. Debido a ello, la cantidad de leche secretada es directamente proporcional a la cantidad de lactosa sintetizada. En consecuencia, la producción de leche está estrechamente relacionada con la ingestión de alimentos, ya que la mayor parte

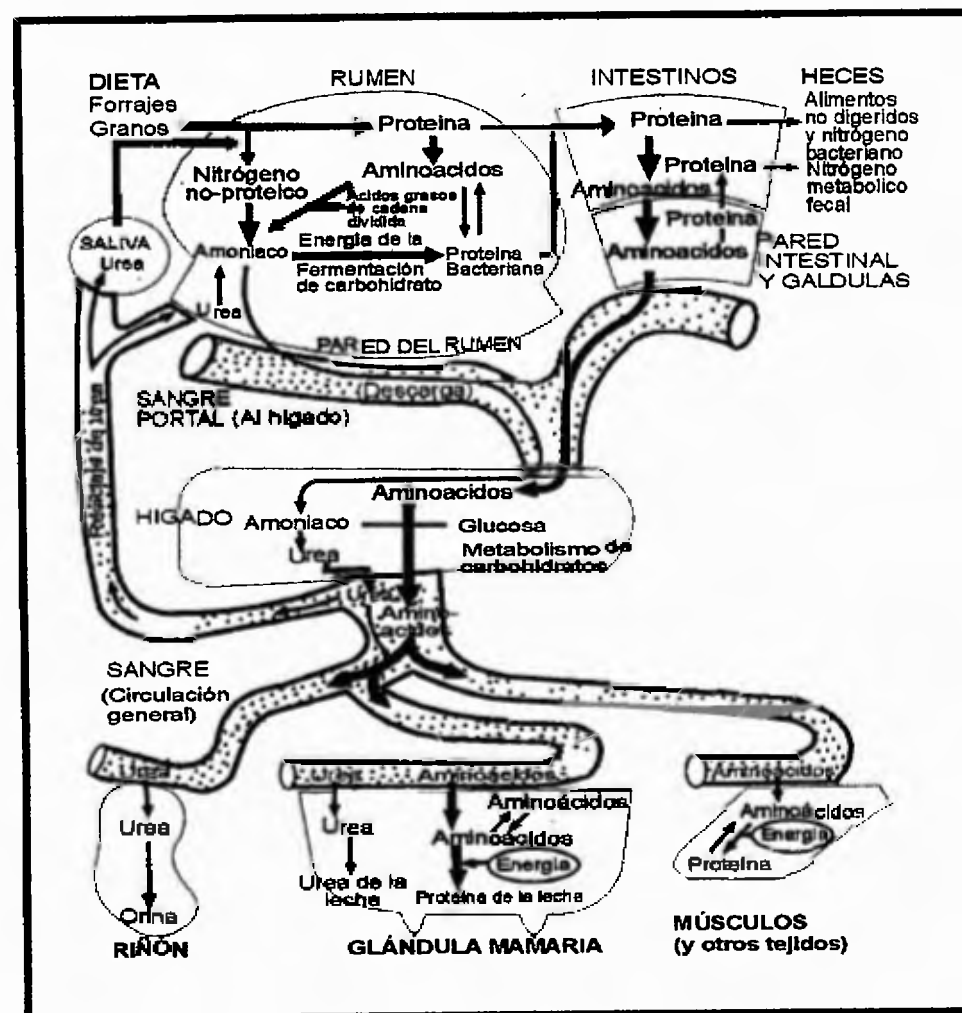
de la lactosa sintetizada procede de la glucosa, que a su vez, procede fundamentalmente del ácido propiónico y aminoácidos absorbidos en el tracto digestivo (Castle y Watkins, 1988).

2.10.3 Síntesis de proteína en la leche

La mayoría de las proteínas en la dieta de los seres humanos es de aminoácidos, tanto esenciales como no esenciales. Las proteínas de la leche contienen más aminoácidos esenciales que cualquier otro alimento natural. Así pues, es primordialmente el contenido de proteínas de la leche lo que permite decir que *“la leche es el alimento más cercano a la perfección de la naturaleza”* (Alais, 1981). La síntesis de leche puede estar limitada por la disponibilidad de ciertos aminoácidos en la glándula. La metionina en especial, pero también la fenilalanina, histidina, lisina y treonina se han considerado como limitantes; la suplementación con estos aminoácidos protegidos para pasar íntegros a través del rumen han determinado un aumento en la secreción de leche (Clarke, 1975).

Figura 6.

Síntesis de Proteína en la Leche.



Fuente: Wattiaux y Homan, 1999.

A excepción de la albúmina y las inmunoglobulinas, que son sintetizadas fuera de las células de la glándula mamaria y transportadas por la sangre dentro de las células del epitelio mamario, las proteínas en la leche son sintetizadas en las células secretoras de la glándula mamaria a partir de los aminoácidos llamados “amino

ácidos esenciales”; éstos deben ser traídos por la sangre (Schmidt y Van Vleck, 1976). La albúmina que se encuentra en la leche es producida en el hígado y su concentración en la leche refleja la concentración en el suero (Larson, 1974).

Las inmunoglobulinas son transportadas dentro de la leche por medio de la sangre y linfa desde el bazo y los ganglios linfáticos. Los linfocitos pueden alojarse en la glándula mamaria durante el comienzo de la lactación y contribuir así con la producción de Inmunoglobulina G en el calostro (Wattiaux y Homan, 1999).

2.10.4 Síntesis de Grasa en la Leche

La vaca recibe solamente cerca de la mitad de la grasa en su dieta comparada con la que se secreta en su leche; la diferencia es sintetizada en las células de la glándula mamaria para su secreción en la leche (Alais, 1981).

La mayoría de los ácidos grasos de las plantas en la dieta de las vacas son ácidos de cadena larga, y están insaturados. Muchos de los ácidos grasos insaturados de la dieta se hidrogenan en el rumen antes de que el ácido graso entre al torrente sanguíneo para circular como lipoproteína rica en triglicéridos (Schmidt y Van Vleck, 1976). Esto explica la proporción alta de ácidos grasos saturados en la leche de las vacas.

Los ácidos grasos de cadena corta, que constituyen el 50% de las grasas de la leche, no se derivan directamente de los ácidos grasos de la ración, sino que se sintetizan en la célula secretora mamaria, a partir del acetato y un cuerpo de cetona, Beta – hidroxibutirato (Holmes y Wilson, 1989). Aproximadamente 17 a 45% de la grasa de la leche es producida a partir del ácido acético y 8 a 25% del butírico; por lo tanto, una fermentación ruminal eficiente es esencial para asegurar un suministro constante de estos ácidos grasos volátiles (Moore y Christie, 1981).

Aproximadamente, del 40 al 60% de los precursores para la síntesis de grasa son triglicéridos. Estos se sintetizan en el intestino delgado a partir de los ácidos grasos absorbidos, o en el hígado a partir de los ácidos grasos liberados del tejido adiposo (Bath y otros, 1986). Los lípidos movilizados de las reservas corporales en el comienzo de la lactancia son unidades de construcción para la síntesis de grasa (Wattiaux y Homan, 1999).

2.10.5 Minerales, vitaminas y agua

Las células secretoras mamarias no pueden sintetizar vitaminas y minerales. Por consiguiente, todos las vitaminas y minerales de la leche proceden de la sangre (Alais, 1981). Los principales minerales de la leche son: *calcio, fósforo, potasio, cloro, sodio y magnesio*. Las células epiteliales combinan algunos minerales con los compuestos orgánicos; el 75% del calcio de la leche se encuentra en combinación física o química con la caseína, fosfatos y citratos, y más de la mitad del fósforo de la leche aparece combinado con la caseína (Holmes y Wilson, 1989). El contenido de cada uno de estos minerales (calcio y magnesio) es substancialmente mayor en la leche que aquel encontrado en la sangre. Esto es posible debido a que los iones de calcio y magnesio en la leche se encuentran unidos a aminoácidos en las moléculas de caseína (Schmidt, 1974). Las concentraciones de sodio, potasio y cloro en la leche constituyen el segundo determinante principal del volumen de agua que es acarreado en la leche, por determinación de la presión osmótica en la misma (Wattiaux y Homan, 1999).

Las concentraciones de algunas vitaminas, especialmente las liposolubles (A, D y E), pueden verse aumentadas al incrementarse el contenido vitamínico del plasma sanguíneo (Derivaux y Ector, 1984). El

agua de la leche se deriva principalmente de los líquidos intracelulares ricos en potasio de las células alveolares y, en parte, del desplazamiento de la sangre a la célula para mantener el equilibrio osmótico, como resultado de la síntesis de lactosa, proteínas y grasas (Schmidt y Van Vleck, 1976).

2.11 *Suplementación de vacas lecheras en pastoreo.*

Los productores que logran mantener una alta producción láctea en sistemas pastorales, generalmente se muestran exitosas en tres áreas que se encuentran vinculadas a la nutrición y al manejo de pasturas. Según Combs (1980), el primer y más importante componente de un sistema pastoril es contar con una estrategia de manejo de las pasturas que tienda a maximizar la cantidad y la calidad de forraje que las vacas puedan cosechar durante el pastoreo.

Otro punto de gran importancia en cuanto al manejo es proveer suplementos energéticos con la finalidad de optimizar la producción de leche (Depies, 1984). Las pasturas de alta calidad por si solas no proveen la energía necesaria para vacas con alto merito genético. Si no se provee de suplementos energéticos a vacas de alta producción, tanto la calidad de leche como la condición corporal y la función reproductiva, se verán disminuidas (Kellaway y Porta, 1993). Una exitosa alimentación con granos encierra una estrategia en donde una adecuada suplementación energética

es suministrada para complementar, y no para reemplazar, tanto el suministro como la calidad de la pastura (Varela,1994).

Está demostrado que vacas en pastoreo a las cuales se les suministra granos, aun en pequeñas cantidades, y, que tienen libre acceso a la pastura, reducen el consumo de la misma. Un desafío que comúnmente se les presenta a los productores que suplementan con granos es el de poder mantener el nivel de consumo de la pastura (Áraúz, 1999).

La tercera área importante en el manejo del ganado de leche en pastoreo está relacionada a “cuando y cuanto” suministrar suplementos proteicos, especialmente del tipo de proteína no degradable en el rumen (Combs, 1980).

Es importante reconocer que la cantidad óptima de suplemento proteico a suministrar variará de acuerdo a la energía proporcionada por la dieta. Suplementar con proteína será de poco beneficio para las vacas que estén consumiendo bajos a moderados niveles de energía. Ahora, vacas con alto potencial genético para la producción de leche, y que estén consumiendo adecuada energía, producirán fácilmente más leche si los suplementos suministrados contienen proteína (Jones – Endsley y col. 1997).

Vacas de alta producción consumiendo excelentes pasturas, pero no granos, mostraron signos típicos de deficiencia de energía en los comienzos de la lactancia, como por ejemplo: picos bajos en la producción diaria de leche, excesiva pérdida de condición corporal, corta duración (débil persistencia) de (en) la curva de producción luego del pico, celos silentes, bajos índices de concepción (Kellaway y Porta, 1993).

Muchos nutricionistas están de acuerdo en que es difícil mantener la condición corporal y la persistencia de la lactancia con ganado en pastoreo. Una lactancia de baja producción es comúnmente atribuida a la imposibilidad del ganado de consumir adecuadas cantidades de forrajes frescos. Uno de los temas a tener en cuenta, es que el alto contenido de humedad de la pastura fresca puede limitar la capacidad del rumen. Para consumir 11.34 Kg (25 libras) de materia seca, las vacas necesitan consumir aproximadamente 47.25 Kg (104 libras) de forraje fresco (Combs, 1980).

Para alcanzar el consumo de forraje (materia seca) que fuese comparable al sistema de confinamiento, al ganado en pastoreo habría que suministrarle abundante cantidad de pastura y permitirle dejar al menos un 35% de la pastura disponible como pastura residual. Cuando tratamos de reducir la pastura residual, el consumo de forraje y la producción de leche se vieron disminuidas (Depies, 1984).

Varios experimentos han intentado cuantificar la repuesta en la producción de leche al suplementar con granos a vacas en pastoreo. En general, la respuesta del rendimiento de leche por cada Kg de grano adicional ha sido entre 0.50 y 0.67 Kg de grasa estandarizada al 4% por día. Cada Kg de grano agregado a la dieta de vacas en pastoreo, incrementará el total de materia seca consumida en un 0.4 – 0.6 Kg por día aproximadamente, y disminuirá el consumo de forraje en un 0.6 – 0.4 Kg por día (Kellaway y Porta, 1993).

El efecto de sustitución de grano por forraje puede ser una importante herramienta de manejo para sistemas basados en pastoreo. Incrementar los niveles de grano incrementará el consumo total de energía digestible, lo que a su vez ayudará a alcanzar la energía disponible para la producción de leche y a reducir las pérdidas en la condición corporal (Jones – Endsley et al., 1997).

La suplementación con granos, mejora la condición corporal del ganado en pastoreo. Combs (1980), sugiere que el más importante beneficio económico de suplementar con grano es el mejoramiento de la condición corporal. Suplementar con granos a vacas a fines de la lactancia

ayuda, además, a reponer las reservas de grasa, cuestión crítica para que las vacas tengan una buena producción en la siguiente lactancia.

2.11.1 Suplementación energética y proteica en el ganado en pastoreo

Los forrajes inmaduros de alta calidad son relativamente altos en proteína cruda (PC), pero bajos en proteína no degradable en el rumen (PND) o proteína sobrepasante (Conrad, 1984). De las guías de la NRC (1989) se puede calcular que el ganado pastoreando forrajes inmaduros de alta calidad y suplementado con concentrados de maíz – soya, puede estar consumiendo inadecuada cantidad de proteína no degradable.

En pruebas realizadas se pudo comprobar que es la energía y no la proteína no degradable lo que puede limitar la producción de leche. La energía puede estar limitada por inadecuados consumos de pastura o por insuficiente suplementación con grano (Combs, 1980).

En experimentos en donde la dieta base tuvo una limitación energética con respecto a la proteína no degradable, la repuesta a la producción de leche ante los suplementos proteicos fue de un 0.5 a 1 libra de leche por libra de suplemento suministrado. Sería esperable que, cuando el suministro de energía es adecuado, las respuestas de la producción de leche a los suplementos proteicos estén al menos entre 7 y 8

Kg de leche por Kg de suplemento proteico suministrado (Jones – Endsley y col. 1997, Welch y col., 1990, Penno y col., 1995).

Blaxter y Broster (1971), llegaron a la conclusión que la respuesta de la vaca a la suplementación es directamente proporcional al nivel de producción al comienzo de la lactación. Por cada kg de leche que se deje de producir en el pico de la lactación se perderán unos 150 kg de leche en la lactancia.

Al comienzo de la lactación, muchas vacas de alta producción no consumirán la cantidad suficiente de alimentos para cubrir las necesidades energéticas, por lo que utilizarían la grasa corporal para hacerle frente a la producción de leche (Hemken, 1975). Igualmente, desde un punto de vista práctico, un 16% de proteína en la materia seca de la ración, no es suficiente para vacas en lactación que se encuentran al inicio de producción (Miller, 1986). Por consiguiente, las vacas de alta producción al comienzo de la lactación necesitan un porcentaje mayor de proteína (18 a 19%), el cual debe ir acompañado de una buena suplementación energética (NRC, 2001).

Bajo condiciones de campo es muy importante enfocar las estrategias de suplementación, primero, en suministrar energía y, secundariamente, en la suplementación de proteína (Conrad, 1984).

En nuestro medio, el modelo alimentario ideal a considerar tiene que ir enfocado al sistema de producción, ecosistema y potencial de leche con la finalidad primaria del pastoreo; el mismo debe ser utilizado cuando se encuentre en el estado óptimo de cosecha (disponibilidad y calidad). La segunda alternativa debe ser la suplementación con fuentes alimentarias más viables económicamente como lo son el pasto de corte (King grasas, Taiwán), ensilaje, heno, melaza, etc. La utilización del concentrado debe ser enfocada al potencial lechero y a la biología lactacional, siempre considerando adecuadamente los costos de producción que permita la mayor rentabilidad de la explotación.

2.12 Estrategias para alimentar al ganado lechero en lactación

El consumo y balance de la ración son las cosas más importantes que afectan el suministro diario de nutrientes y la producción de leche. Por lo tanto, un objetivo importante es hacer que la vaca vuelva a un balance nutricional positivo (en donde el consumo excede los requerimientos) tan pronto como sea posible después del parto (Hutjens, 1995).

La máxima ingestión de alimento típicamente ocurre de 8 a 10 semanas después del parto. Las vacas que logran ganancias rápidas y sostenibles después del parto generalmente tienen menos problemas de salud, producen más leche, tiene mayor éxito reproductivo y pueden

regresar al balance positivo nutricional más rápidamente que las vacas que incrementan su ingestión de alimento más lentamente (Crooker y col, 1997).

La actividad ovárica por lo regular empieza poco después de que la vaca regresa a un balance nutricional positivo (de 10 a 14 días); por lo tanto, el regreso rápido al balance positivo nutricional capacita a la vaca a tener más ciclos estrales antes de la inseminación (Staples, 1976). La estrategia nutricional para la vaca lechera debe estar enfocada en optimizar la fermentación ruminal y la síntesis de proteína microbiana, proveyendo suficiente energía en la dieta y cubriendo las necesidades de aminoácidos (Davis, 1985).

Una mayor proporción de granos en la dieta puede proporcionar más energía para la vaca. El límite máximo de concentrado que los microbios ruminales pueden fermentar de manera efectiva es un 60 a 65% de la materia seca de la ración (Ondarza, 2000). Se recomienda una proporción de forraje/concentrado en la ración de 60 a 40 en la materia seca (Shaver, 1991). Según Heinrichs (1999), suministrar una cantidad suficiente de fibra de alta calidad nos ayuda a estimular la rumia y el flujo de saliva, y a mantener un rumen estable con un Ph adecuado (promedio de 6).

La grasa suplementaria es recomendada por lo general a principios de lactancia debido al mayor rendimiento de leche y a la mejoría eventual en balance energético (Kellaway, 1993). Las recomendaciones en años

recientes sugieren que algunos tipos de grasa de sobrepaso sean limitados al 3% de la materia seca de la ración (Hibma, 2000).

Las fuentes de proteína que son más resistentes a la degradación microbiana pueden suplementar la proteína microbiana que llega al intestino delgado de la vaca. La proteína microbiana proporciona de 50 a 75% de los aminoácidos necesarios para la vaca (Church, 1987); la proteína de sobrepaso proporciona el resto.

Las raciones para vacas altas productoras deben contener de 18 a 19% de proteína cruda. Cuando los aminoácidos (de la dieta y producidos por los microbios) que llegan al intestino delgado son insuficientes, el incremento de la cantidad y calidad de aminoácidos (como metionina y lisina) que alcanzan al intestino delgado mejorará la producción de leche (Hutjens, 1995).

La calidad del agua y su disponibilidad son cruciales. Las vacas requieren de 2 a 3 litros de agua por cada kilo de leche producido (Maynard, 1968).

El periodo de transición coincide con el tiempo en el que las vacas experimenta cambios metabólicos y hormonales para iniciar el parto y la producción de leche. El hacer que las vacas empiecen a comer y entrar en un balance positivo de energía poco después del parto es la clave para

evitar problemas de salud, obtener más leche y lograr que vuelvan a quedar preñadas (Wattiaux, 1999).

La ingestión de alimento se ve afectada por factores físicos, fisiológicos, de comportamiento y ambientales (Miller, 1986). El confort de la vaca y la ingestión del alimento pueden mejorarse poniendo atención particular al espacio de comedero, la facilidad de acceso al comedero, la alimentación a libre consumo, el ofrecer frecuentemente alimento, la disponibilidad ilimitada de agua limpia y fresca y el control de la temperatura y la humedad ambiental (Araúz, 1997).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA.

3.1 Localización geográfica y ámbito agroecológico.

El trabajo se realizó en el Distrito de Bugaba, Provincia de Chiriquí el cual incluyó varios subecosistemas establecidos en la cuenca lechera de Bugaba en base al rango de altitud sobre el nivel del mar entre 750 y 1,200 metros. El ecosistema correspondió a la zona de bosque muy húmedo tropical con un clima tropical húmedo. La temperatura ambiental promedio presentó un rango de 19 y 24 ° C; la precipitación pluvial de 1,900 a 3,500 mm por año. Los suelos son de mediana a alta calidad, con buena materia orgánica (10%) y un buen contenido de fósforo. La topografía es quebrada en su mayor parte, fertilidad moderada, buen drenaje y textura franco arenosa. En el Cuadro IX se observan las características microclimáticas de las fincas lecheras donde se tomó los sistemas de producción evaluados. En términos generales, las condiciones ambientales en donde se manejaban las fincas evaluadas durante el periodo de la investigación se encontraban dentro del rango establecido para no afectar el comportamiento productivo del ganado lechero. Esto se pudo comprobar al asociar la temperatura ambiental con la humedad relativa "Índice de Temperatura Humedad" (ITH), descrito por Curtis en 1981 (ver metodología).

3.2 Metodología experimental.

El estudio efectuado se fundamentó en el levantamiento de las características de los sistemas de alimentación para las vacas en lactación, la conformación de las características lactacionales ajustado por el estado lactacional con énfasis en la estática de producción láctea y en el análisis físico y químico de la leche. Los tres tipos de información (nutricional y alimentario, biolactacional y químico de la leche) fueron interrelacionados y contrastados con los patrones establecidos para el ganado bovino de leche.

Dentro de cada finca se analizó la composición química de la misma tomando en cuenta la finca (7), el sistema de alimentación (16), la raza (2), el estado lactacional (49 semanas) y el número de partos; así como también se tomó la producción láctea de los animales evaluados (Kg/día) para las mismas fuentes de variación con la finalidad de hacer una caracterización de nuestros sistemas de producción. La dieta de las fincas fue evaluada para determinar su valoración nutricional y bromatológica en base a las normas internacionales para alimentos (Crampton y Harris, 1974; NRC, 1989) y predicción energética para alimentos de uso en bovinos (Moe y Hatt, 1970; Davis, 1985; Araúz, 2001).

El grado de temperatura ambiental presentado en las fincas lecheras fueron corroborados con el índice de temperatura descrito por Curtis (1981), obteniéndose de la siguiente manera.

I.T.H. = Indicador del grado de estrés calórico que ejerce la combinación de la temperatura ambiental con la presión de vapor de agua.

$$\text{I.T.H. (}^{\circ}\text{C)} = 0.35 (\text{Tbs}) + 0.65 (\text{Tbh}); \text{ tal como lo describe Curtis, 1981.}$$

En donde:

Tbs = Tempertura bulbo seco

Tbh = Tempertura bulbo humedo

Fórmula Modificada de Curtis.

$$\text{Fórmula Modificada} = 0.40 (\text{Tbs} + \text{Tbh}) + 4.8$$

3.3 Escogencia de las Fincas como Base Experimental.

El estudio se realizó en siete (7) fincas intensivas de la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí con el objetivo de conocer la naturaleza nutricional general y específica para asociarla con las principales áreas productivas como lo son: la nutrición y alimentación, producción de leche y composición láctea. Las mismas fueron escogidas tomando como criterios los sistemas de alimentación utilizados en los diferentes ecosistemas (representativos del área),

la accesibilidad para la toma de datos, así como la disposición del productor para el apoyo logístico de tipo técnico y económico; se integró las características y el manejo alimentario con la curva de la lactación y los parámetros de composición química de la leche. La investigación se basó en una caracterización de los principales sistemas de alimentación, producción láctea y composición láctea. El estudio comprendió cuatro meses de investigación durante la época lluviosa respectivamente.

3.4 Animales en estudio.

Se utilizaron dos (2) razas lecheras (Holstein y Pardo Suizo), las cuales son las predominantes en la cuenca lechera de Bugaba. Incluyó un total de 203 animales muestreados con un porcentaje de 80 y 20% para las razas Holstein y Pardo Suizo, respectivamente. La base de datos fue depurada por problemas de parto, salud de ubre y limitantes podales.

3.5 Parámetros experimentales y técnicas de determinación.

3.5.1 Producción de leche.

La producción de leche se midió en Kilogramos cada siete días a partir del inicio del proyecto. Esta medida fue tomada a un 30% de los animales que se encontraban en producción en cada finca; mientras que la producción láctea

referencial se estructuró en base al estado lactacional con el historial de parto de cada vaca muestreada.

3.5.2 Análisis lácteo.

La composición láctea fue determinada cada 15 días para analizar los sólidos totales, grasa, lactosa, proteína, nitrógeno ureico, punto de congelación, densidad y pH, etc. a un 30% de los animales que se encontraban en producción, los cuales se ordenaron por estado lactacional. El análisis químico se realizó en el laboratorio de la Cooperativa de Productores De Ganado Lechero de Bugaba. Las muestras analizadas tuvieron un tiempo de recolección máxima de 24 horas después de obtenida en la finca para el análisis de su composición, la cual se manejó en neveras con hielo una vez recolectada hasta que fuera analizada. La recolección de la muestra de leche (10cc) se obtuvo del lactómetro (Wai-Kato) instalado en el equipo de ordeño con lo cual se pudo obtener una mezcla homogénea. El análisis lácteo fue efectuado con el equipo FOSS (First in Food Analysis Milk) Scan FT 120 FOSS electric para medir la composición de la leche presentados en los diferentes planos nutricionales y alimentarios de sistemas de alimentación. Los rangos de análisis químicos fijados por componentes lácteos fueron:

↳ Composición de la calibración de las muestras analizadas:

↳ Grasa

0.043 – 6.9%

☞ Proteína	2.61 – 4.90%
☞ Lactosa	4.22 – 6.91%
☞ Sólidos Totales	9.54 – 17.26%
☞ Descenso del Punto de Congelación	.0488 á 0.543 °C
☞ Densidad	1029.8 – 1037.2 g/ml
☞ Urea	0.014 – 0.079%.

☞ Métodos Referenciales utilizados:

☞ Grasa	Método Rose Gottlieb
☞ Proteína	Kjeldahl
☞ Lactosa	Enzimático Boehringer Mannheim
☞ Sólidos Totales	Calefacción en horno
☞ Descenso del Punto Congelación	Crioscopia
☞ Densidad	Medidor de Densidad, DMA 38 de Antón
☞ Urea	Instrumento CL 10.

3.5.3 Plano nutricional y alimentario.

El estudio incluyó la evaluación de las fuentes alimenticias, composición bromatológica, niveles de ofrecimiento proximal y aporte de nutrientes de los elementos alimenticios incluyendo materia seca (MS), fibra cruda (FC), proteína cruda (PC), energía neta lactacional (ENL), calcio (Ca) y fósforo (P). De igual manera se calcularon los requerimientos nutricionales de los animales en producción según la NRC (1989 y 2001) con los ajustes por (locomoción y manejo) en base a niveles de producción de leche referencial (5, 10, 15, 20, 25 y 30 Kg/día). Este ajuste representa un requerimiento adicional de energía de 10 a 30% sobre su mantenimiento dependiendo de la topografía de terreno y la distancia recorrida.

Se cuantificó en cada sistema de manera proximal la disponibilidad y el consumo de los ingredientes de la dieta y de igual manera el aporte de los nutrientes alimenticios (MS, ENL, FC, PC, Ca, P) para obtener el balance nutricional en función de los requerimientos nutricionales de los animales con sus respectivos ajustes (locomoción y manejo) según la metodología establecida por NRC (1989) y Araúz (2002). Para el cálculo de las raciones, se utilizó el programa AG-Ration según la información de los ingredientes alimenticios por finca y los requerimientos nutricionales por sistema de alimentación respectivamente.

Se tomó en cuenta los ingredientes alimenticios y los niveles de suministro proximal basados en la programación y el manejo alimentario de la finca con respecto al consumo y rechazo diario. Se incluyó el forraje verde, alimento concentrado; así como otros elementos alimentarios (ensilaje, heno, melaza) y aditivos. El pasto más utilizado fue Estrella Africana (Cynodon nlemfuensis) en un 90% de las fincas evaluadas. La rotación promedio que se utilizó en pastoreo en las diferentes fincas fue 28 días de descanso y ½ día de pastoreo, dependiendo de algunos aspectos como la precipitación y horas luz.

El consumo en pastoreo promedio de cada finca fue calculado según la metodología descrita por Meij et al (1982), a través del muestreo (n =12 muestras de 0.25 m²/parcela) y corte del forraje presente antes y después del pastoreo. Se ajustó por el periodo de pastoreo, cantidad de vacas en pastoreo, tamaño del grupo efectivo y según cada finca.

En los Cuadros X y XI se presenta la disponibilidad, el rechazo y el consumo de pasto en base a como ofrecido y base seca en las diferentes fincas evaluadas. Cada quince (15) días se tomaron muestras de cada uno de los ingredientes (pasto, ensilaje, heno, concentrado, etc.) para determinar la composición bromatológica y estimar el valor energético nutricional.

Cuadro X. Condición General para la Disponibilidad, Rechazo y Consumo de Pasto Verde en las Diferentes Fincas Evaluadas.

Finca	P. V. (lbs)	No. vaca	Área / día	Disponibilidad de Forraje Verde (lbs)	Rechazo de forraje Verde (lbs)	Consumo de Forraje Verde (lbs)	Consumo de Forraje Verde (%PV)
1	1,150	200	10,000	24,000	4,900	95.50	8.30
2	1,150	86	7,000	14,422	7,838	76.56	6.66
3	1,100	39	3,000	7,736	5,198	65.08	5.92
4	1,225	65	5,000	7,781	2,276	84.69	6.91
5	1,100	92	5,000	4,729	1,495	35.15	3.19
6	1,100	21	2,500	3,200	1,587	76.78	6.98
7	1,200	41	5,000	6,308	2,917	82.72	6.89

Cuadro XI. Indicador Ponderal para la Disponibilidad, Rechazo y Consumo en Base a la Materia seca del Pasto en las Diferentes Fincas Evaluadas.

Finca	P. V. (lbs)	No. vaca	Área / día	Disponibilidad de Materia Seca (lbs)	Rechazo de Materia Seca (lbs)	Consumo de Materia Seca (lbs)	Consumo de Materia Seca (%PV)
1	1,150	200	10,000	5,289	1,080	21.05	1.83
2	1,150	86	7,000	3,790	2,059	20.12	1.75
3	1,100	39	3,000	1,848	1,242	15.55	1.41
4	1,225	65	5,000	1,797	525	19.55	1.60
5	1,100	92	5,000	1,036	328	7.70	0.70
6	1,100	21	2,500	845	419	20.28	1.84
7	1,200	41	5,000	1,580	730	20.72	1.73

Las muestras de pastura y del resto de los ingredientes se pesaron y secaron a 60° C durante 48 horas para su posterior análisis químico; en los

Cuadros XII al XXVIII se muestran la composición bromatológica de los ingredientes utilizados en la dieta de los animales en producción.

Cuadro XII. Características Bromatológicas del Pasto *Brachiaria decumbens* para la Finca 5.

Parámetros	Unidad Expresada	Como Ofrecido	Base Seca
Materia Seca	%	21.92	100.00
Fibra Cruda	%	6.17	28.14
Proteína Cruda	%	2.31	10.55
Calcio	%	0.08	0.37
Fósforo	%	0.05	0.22
T.D.N.	%	13.19	60.16
Energía Digestible	Mcal/Kg M.S.	0.581	2.65
Energía Metabolizable	Mcal/Kg M.S.	0.477	2.17
Energía Neta Lactacional	Mcal/Kg M.S.	0.320	1.46

Cuadro XIII. Características Bromatológicas del Heno *Digitaria swazilandensis* para la Finca 5.

Parámetros	Unidad Expresada	Como Ofrecido	Base Seca
Materia Seca	%	87.21	100.00
Fibra Cruda	%	26.78	30.17
Proteína Cruda	%	3.77	4.32
Calcio	%	0.31	0.36
Fósforo	%	0.11	0.13
T.D.N.	%	40.22	46.12
Energía Digestible	Mcal/Kg M.S.	1.77	2.03
Energía Metabolizable	Mcal/Kg M.S.	1.45	1.67
Energía Neta Lactacional	Mcal/Kg M.S.	0.82	0.938

Cuadro XIV. Características Bromatológicas del Ensilaje de Maiz para la Finca 5.

Parámetros	Unidad Expresada	Como Ofrecido	Base Seca
Materia Seca	%	27.94	100.00
Fibra Cruda	%	8.65	30.97
Proteína Cruda	%	1.97	7.05
Calcio	%	0.07	0.27
Fósforo	%	0.03	0.10
T.D.N.	%	15.76	56.42
Energía Digestible	Mcal/Kg M.S.	0.69	2.49
Energía Metabolizable	Mcal/Kg M.S.	0.57	2.04
Energía Neta Lactacional	Mcal/Kg M.S.	0.37	1.32

Cuadro XV. Características Bromatológicas del Pasto Estrella *Cynodon nlemfuensis* para la Finca 4.

Parámetros	Unidad Expresada	Como Ofrecido	Base Seca
Materia Seca	%	23.09	100.00
Fibra Cruda	%	6.23	26.97
Proteína Cruda	%	4.78	20.70
Calcio	%	0.08	0.33
Fósforo	%	0.06	0.25
T.D.N.	%	14.49	62.75
Energía Digestible	Mcal/Kg M.S.	0.639	2.77
Energía Metabolizable	Mcal/Kg M.S.	0.524	2.27
Energía Neta Lactacional	Mcal/Kg M.S.	0.359	1.55

Cuadro XVI. Características Bromatológicas del Pasto Esrella *Cynodon nlemfuensis* para la Finca 5.

Parámetros	Unidad Expresada	Como Ofrecido	Base Seca
Materia Seca	%	23.89	100.00
Fibra Cruda	%	6.98	29.22
Proteína Cruda	%	4.72	19.74
Calcio	%	0.07	0.31
Fósforo	%	0.05	0.21
T.D.N.	%	15.64	65.46
Energía Digestible	Mcal/Kg M.S.	0.689	2.89
Energía Metabolizable	Mcal/Kg M.S.	0.565	2.37
Energía Neta Lactacional	Mcal/Kg M.S.	0.395	1.65

Cuadro XVII. Características Bromatológicas del Pasto Estrella *Cynodon nlemfuensis* para la Finca 1.

Parámetros	Unidad Expresada	Como Ofrecido	Base Seca
Materia Seca	%	22.04	100.00
Fibra Cruda	%	5.37	24.36
Proteína Cruda	%	5.09	23.11
Calcio	%	0.10	0.44
Fósforo	%	0.05	0.23
T.D.N.	%	14.14	64.15
Energía Digestible	Mcal/Kg M.S.	0.623	2.83
Energía Metabolizable	Mcal/Kg M.S.	0.511	2.32
Energía Neta Lactacional	Mcal/Kg M.S.	0.354	1.61

Cuadro XVIII. Características Bromatológicas del Concentrado para la Finca 1.

Parámetros	Unidad Expresada	Como Ofrecido	Base Seca
Materia Seca	%	94.67	100.00
Fibra Cruda	%	6.16	6.51
Proteína Cruda	%	17.31	18.28
Calcio	%	2.69	2.84
Fósforo	%	0.96	1.01
T.D.N.	%	73.37	77.50
Energía Digestible	Mcal/Kg M.S.	3.23	3.42
Energía Metabolizable	Mcal/Kg M.S.	2.65	2.80
Energía Neta Lactacional	Mcal/Kg M.S.	1.99	2.10

Cuadro XIX. Características Bromatológicas del Ensilaje de Maiz para la Finca 7.

Parámetros	Unidad Expresada	Como Ofrecido	Base Seca
Materia Seca	%	30.12	100.00
Fibra Cruda	%	9.16	30.42
Proteína Cruda	%	2.44	8.09
Calcio	%	0.14	0.46
Fósforo	%	0.03	0.11
T.D.N.	%	17.29	57.42
Energía Digestible	Mcal/Kg M.S.	0.76	2.53
Energía Metabolizable	Mcal/Kg M.S.	0.62	2.07
Energía Neta Lactacional	Mcal/Kg M.S.	0.41	1.33

Cuadro XX. Características Bromatológicas del Pasto Estrella *Cynodon nlemfuensis* para la Finca 7.

Parámetros	Unidad Expresada	Como Ofrecido	Base Seca
Materia Seca	%	25.05	100.00
Fibra Cruda	%	9.72	38.82
Proteína Cruda	%	4.24	16.94
Calcio	%	0.08	0.32
Fósforo	%	0.06	0.25
T.D.N.	%	14.76	58.93
Energía Digestible	Mcal/Kg M.S.	0.393	2.60
Energía Metabolizable	Mcal/Kg M.S.	0.322	2.13
Energía Neta Lactacional	Mcal/Kg M.S.	0.213	1.41

Cuadro XXI. Características Bromatológicas del Pasto Estrella *Cynodon nlemfuensis* para la Finca 2.

Parámetros	Unidad Expresada	Como Ofrecido	Base Seca
Materia Seca	%	26.28	100.00
Fibra Cruda	%	7.43	28.26
Proteína Cruda	%	4.69	17.84
Calcio	%	0.07	0.25
Fósforo	%	0.06	0.23
T.D.N.	%	16.43	62.51
Energía Digestible	Mcal/Kg M.S.	0.724	2.75
Energía Metabolizable	Mcal/Kg M.S.	0.594	2.26
Energía Neta Lactacional	Mcal/Kg M.S.	0.406	1.54

Cuadro XXII. Características Bromatológicas de la Melaza de Caña.

Parámetros	Unidad Expresada	Como Ofrecido	Base Seca
Materia Seca	%	73.50	100.00
Fibra Cruda	%	0.44	0.60
Proteína Cruda	%	3.59	4.89
Calcio	%	0.735	1.00
Fósforo	%	0.066	0.09
T.D.N.	%	44.10	60.00
Energía Digestible	Mcal/Kg M.S.	1.94	2.64
Energía Metabolizable	Mcal/Kg M.S.	1.59	2.17
Energía Neta Lactacional	Mcal/Kg M.S.	1.06	1.45

Cuadro XXIII. Características Bromatológicas del Afrecho de Maíz.

Parámetros	Unidad Expresada	Como Ofrecido	Base Seca
Materia Seca	%	90.00	100.00
Fibra Cruda	%	3.66	4.07
Proteína Cruda	%	10.49	11.66
Calcio	%	0.045	0.05
Fósforo	%	0.756	0.84
T.D.N.	%	75.60	84.00
Energía Digestible	Mcal/Kg M.S.	3.33	3.703
Energía Metabolizable	Mcal/Kg M.S.	2.73	3.037
Energía Neta Lactacional	Mcal/Kg M.S.	2.11	1.76

Cuadro XXVI. Características Bromatológicas del Pasto Estrella *Cynodona nlemfuensis* para la Finca 6.

Parámetros	Unidad Expresada	Como Ofrecido	Base Seca
Materia Seca	%	26.41	100.00
Fibra Cruda	%	7.00	26.51
Proteína Cruda	%	4.28	16.21
Calcio	%	0.07	0.26
Fósforo	%	0.06	0.23
T.D.N.	%	16.84	63.75
Energía Digestible	Mcal/Kg M.S.	0.74	2.81
Energía Metabolizable	Mcal/Kg M.S.	0.61	2.30
Energía Neta Lactacional	Mcal/Kg M.S.	0.42	1.59

Cuadro XXV. Características Bromatológicas del Pasto Swazi + Taiwán picado para la Finca 6.

Parámetros	Unidad Expresada	Como Ofrecido	Base Seca
Materia Seca	%	34.91	100.00
Fibra Cruda	%	10.72	30.70
Proteína Cruda	%	2.33	6.67
Calcio	%	0.17	0.48
Fósforo	%	0.08	0.22
T.D.N.	%	19.88	56.96
Energía Digestible	Mcal/Kg M.S.	0.88	2.51
Energía Metabolizable	Mcal/Kg M.S.	0.72	2.06
Energía Neta Lactacional	Mcal/Kg M.S.	0.47	1.34

Cuadro XXVI. Características Bromatológicas del Alimento Concentrado V-1 (Finca 3, Finca 4, Finca 6 y Finca 7..)

Parámetros	Unidad Expresada	Como Ofrecido	Base Seca
Materia Seca	%	94.12	100.00
Fibra Cruda	%	5.52	5.86
Proteína Cruda	%	17.60	18.70
Calcio	%	1.37	1.46
Fósforo	%	0.66	0.70
T.D.N.	%	73.31	77.89
Energía Digestible	Mcal/Kg M.S.	3.23	3.43
Energía Metabolizable	Mcal/Kg M.S.	2.64	2.81
Energía Neta Lactacional	Mcal/Kg M.S.	1.99	2.11

Cuadro XXVII. Características Bromatológicas del Alimento Concentrado V-2. (Finca 2, Finca 3, Finca 4, Finca 5 y Finca 6)

Parámetros	Unidad Expresada	Como Ofrecido	Base Seca
Materia Seca	%	92.17	100.00
Fibra Cruda	%	10.69	6.46
Proteína Cruda	%	15.11	16.39
Calcio	%	1.38	1.50
Fósforo	%	0.69	0.75
T.D.N.	%	71.46	77.53
Energía Digestible	Mcal/Kg M.S.	3.15	3.42
Energía Metabolizable	Mcal/Kg M.S.	2.58	2.80
Energía Neta Lactacional	Mcal/Kg M.S.	1.93	2.10

Cuadro XXVIII. Características Bromatológicas del Alimento Concentrado Fibroso (Finca 2, Finca 4, Finca 5, Finca 6)

Parámetros	Unidad Expresada	Como Ofrecido	Base Seca
Materia Seca	%	91.16	100.00
Fibra Cruda	%	7.04	7.72
Proteína Cruda	%	11.84	12.99
Calcio	%	0.57	0.63
Fósforo	%	0.69	0.76
T.D.N.	%	70.00	76.78
Energía Digestible	Mcal/Kg M.S.	3.08	3.38
Energía Metabolizable	Mcal/Kg M.S.	2.53	2.78
Energía Neta Lactacional	Mcal/Kg M.S.	1.89	2.07

Los ingredientes fueron analizados en el Laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y su bromatología fue aplicada para generar los indicadores de nutrientes digestibles (TDN) y energía neta lactacional según la clasificación y estimación por Crampton y Harris (1964) que se detallan a continuación:

$$\begin{aligned} \text{TDN(Pasto verde)} = & -54.572 + 6.769(\text{FC}) - 51.083(\text{EE}) + 1.851(\text{ELN}) - \\ & 0.334(\text{PC}) - 0.049(\text{FC})^2 + 3.384(\text{EE})^2 + 0.687(\text{EE})(\text{ELN}) - 0.086(\text{FC})(\text{ELN}) \\ & + 0.942(\text{EE})(\text{PC}) - 0.112(\text{EE})^2(\text{PC}). \end{aligned}$$

$$\text{TDN (Ensilaje)} = -72.943 + 4.675(\text{FC}) - 1.280(\text{EE}) + 1.611(\text{ELN}) - 0.497(\text{PC}) - 0.044(\text{FC})^2 + 0.760(\text{EE})^2 + 0.087(\text{EE})(\text{ELN}) - 0.039(\text{FC})(\text{ELN}) + 0.152(\text{EE})(\text{PC}) - 0.074(\text{EE})^2(\text{PC}).$$

$$\text{TDN (Concentrado)} = -202.686 + 1.357(\text{FC}) - 2.638(\text{EE}) + 3.003(\text{ELN}) - 2.347(\text{PC}) - 0.046(\text{FC})^2 + 0.647(\text{EE})^2 + 0.081(\text{EE})(\text{ELN}) - 0.041(\text{FC})(\text{ELN}) + 0.553(\text{EE})(\text{PC}) - 0.046(\text{EE})^2(\text{PC}). \quad (\text{Mc Dowell, L. Conrad, J. Thomas J. Harris, L., 1989})$$

$$\text{ED (Mcal/KgMS)} = \text{TDN (\%Base Seca)} \times 0.04409 \quad (\text{Moe y Flatt, 1969})$$

$$\text{EM (Mcal/KgMS)} = \text{Energía digestible (Mcal/KgMS)} \times 0.82 \quad (\text{Moe y Flatt, 1969})$$

$$\text{ENL (Mcal/KgMS)} = (\text{ED Mcal/Kg MS} \times 0.84) - 0.77 \quad (\text{Moe y Flatt, 1969})$$

Los parámetros de mayor énfasis en alimentación y nutrición fueron, Materia seca (MS), Fibra cruda (FC), Proteína total (PT), Energía neta lactacional (ENL), Calcio (Ca) y Fósforo (P).

4.5.4 Peso y condición corporal.

El peso corporal se obtuvo por perimetría torácica y fue utilizado para determinar las necesidades nutricionales para el mantenimiento según lo establecido por la NRC (1989). El peso fue

estimado con el método de la cinta torácica cuya exactitud es 97% y un 3% de sesgo (Coburn Co, USA, 1998).

3.6- Descripción microclimática y características de manejo utilizadas en las fincas lecheras grado a usadas como fuente experimental y de información referencial.

Se utilizaron siete (7) fincas ubicadas en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí con las siguientes características:

La finca 1 se encuentra localizada a unos 1,150 msnm y una temperatura ambiental promedio de 21 °C. La finca utilizó animales de la raza Holstein, presentó un sistema de alimentación para todos los animales en producción (**sistema 1**); ya que el consumo de concentrado fue igual para todos los animales de la finca. El concentrado suministrado en la sala de ordeño se midió por diferencia entre el ofrecido y el rechazado. El sistema de alimentación utilizado en la finca 1 se basó principalmente en el sistema de pastoreo directo (Estrella africana) y utilización de concentrado a la hora del ordeño. Además, los animales recibieron forraje cortado (estrella africana) en los comederos una hora antes del ordeño mezclado con una solución de melaza diluida para aumentar el consumo de la misma. Se estimó el consumo diario de

pasto en los animales en producción, el cual tuvo un promedio de 43.41kg/vaca/día (ver Cuadro XI). Este consumo representó el 8.3% del peso vivo como forraje verde. El consumo de concentrado tubo un consumo promedio de 10kg/vaca/día a la hora del ordeño y de 0.23kg de melaza diluida brindada en los comederos. En el Cuadro XXIX se muestran las cantidades de los ingredientes alimenticios utilizados en las fincas estudiadas y el costo total de la dieta.

La finca 2 se localiza a unos 1,200 msnm con una temperatura promedio de 20°C, la misma utilizó animales de la raza Holstein. Presentaron cuatro (4) sistemas de alimentación: **sistema 2** (> 30 Kg), **sistema 3** (22 – 29 Kg), **sistema 4** (22 – 16 Kg) y **sistema 5** (< 15 Kg) divididos según el nivel de producción, los cuales fueron separados una hora antes del ordeño para su suplementación especial a base de afrecho de maíz. El sistema de alimentación en la finca se basó en el sistema de pastoreo directo (Estrella africana) con suplementación antes y durante el ordeño. El consumo promedio de pasto en la finca fue de 34.80kg de pasto el cual representó el 6.66% de su peso vivo como forraje verde. El consumo de concentrado varió según el nivel de producción (12.6, 9.9, 9.0 y 4.8 kg/animal/día) para los cuatro sistemas de alimentación

respectivamente; contemplando el de la suplementación más el que se brindaba durante el ordeño.

La finca 3 se encuentra localizada a unos 850 msnm, con una temperatura promedio de 23 °C; presentó dos razas de animales en producción (Holstein y Pardo Suizo). La finca presentó dos sistemas de alimentación divididos según el nivel de producción alta (**sistema 6**) y baja (**sistema 7**). El sistema de alimentación en la finca incluyó el sistema de pastoreo directo (Estrella africana) y la suplementación con concentrado durante la hora del ordeño. Para los animales de alta producción (> 20Kg) se brindó como fuente adicional de energía, una grasa pasante Energy Booster (150 g/animal/día) para elevar los niveles energéticos en la ración. Se ofreció como probiótico el Procreatín (10 g/animal/día) para mantener una buena fermentación ruminal. El consumo promedio de pasto fue de 29.58kg (5.92% de su peso vivo como forraje verde). El consumo de concentrado para los animales de alta producción (>20 Kg) fue de 9.09 kg/animal/día y para los animales de baja producción (<20 Kg) fue de 4.54 Kg/animal/día.

Cuadro XXIX. Componentes Complementarios de la Ración en Anexo al Pasto Verde y sus Costos en Relación con el Sistema de Alimentación por Producción de Leche Según la Finca Estudiada.

Finca	Prod. Leche (Kg/día)	Concentrado (lb)	Pasto (lb)	Ensilaje (lb)	Melaza (lb)	Afrecho Maíz (lb)	Heno (lb)	Pasto Picado (lb)	Aditivo (g)	Costo Total
1	30 Kg	22	95		0.5					1.75
1	24 Kg	22	95		0.5					1.75
1	19 Kg	22	95		0.5					1.75
1	14 Kg	22	95		0.5					1.75
1	9 Kg	22	95		0.5					1.75
2	34 Kg	24.9	76.49			2.9				2.60
2	30 Kg	24.9	76.49			2.9				2.60
2	25 Kg	20.5	76.49			1.4				2.04
2	19 Kg	20.5	76.49			1.4				2.04
2	17 Kg	19.80	76.49							1.81
2	13 Kg	10.60	76.49							1.12
3	27 Kg	20	65.26						**	2.54
3	24 Kg	20	65.26						**	2.54
3	19 Kg	20	65.26						**	2.54
3	17 Kg	10	65.26							1.09
3	15 Kg	10	65.26							1.09
4	34 Kg	25.83	84.38						*	2.31
4	28 Kg	25.83	84.38						*	2.31
4	23 Kg	25.83	84.38						*	2.31
4	18 Kg	18.78	84.38						*	1.79
4	14 Kg	18.78	84.38						*	1.79
5	23 Kg	18	30.10	24.0	3.0		2.0			2.09
5	19 Kg	18	30.10	24.0	3.0		2.0			2.09
5	14 Kg	15	30.10	20.0	3.0		2.0			1.77
5	12 Kg	14	30.10	28.0	3.0		3.0			1.88
5	9 Kg	11	40.00	12.0	3.0		1.0			1.32
6	27 Kg	16	76.47					7.32		1.70
6	24 Kg	16	76.47					7.32		1.70
6	21 Kg	16	76.47					7.32		1.70
6	15 Kg	15	76.47					7.32		1.43
6	13 Kg	15	76.47					7.32		1.43
7	40 Kg	20	82	12.5						2.38
7	33 Kg	20	82	12.5						2.38
7	26 Kg	20	82	12.5						2.38
7	20 Kg	20	82	12.5						2.38
7	15 Kg	20	82	12.5						2.38

* 10 grs de procreatin/animal/día

** 10 grs de procreatin + 150 grs de energy booster/animal/día

Sal mineral ad libitum en todas las fincas.

La finca 4 se encuentra a una altura de 925 msnm y una temperatura promedio de 21°C; utilizó dos sistemas de alimentación: **sistema 8** (>23 Kg leche) y **sistema 9** (< 23 Kg leche) los cuales pastorean en cuadras diferentes. El sistema de alimentación en la finca incluye un sistema de pastoreo directo (Estrella africana) con suplementación con concentrado antes y durante el ordeño. A todos los animales se les ofreció 10g de probiótico (Procreatín) para mantener una buena fermentación ruminal. El consumo promedio de pasto en la finca fue 84.69 libras de pasto el cual represento el 6.91% de su peso vivo como forraje verde. El consumo de concentrado varió según el nivel de producción; los animales de alta producción consumieron 11.69 kg/animal/día y los de baja producción 8.63kg/animal/día, contemplando el de la suplementación más el que se brindaba durante el ordeño.

La finca 5 se encuentra a una altura de 800 msnm y una temperatura promedio de 23°C. La misma presentó animales de la raza Pardo Suizo con cuatro (4) sistemas de alimentación: **sistema 10** (25-20 Kg), **sistema 11** (19–15 Kg), **sistema 12** (14–12 Kg) y **sistema 13** (<11 Kg) divididos según el nivel de producción. Estos lotes reciben una suplementación a base de ensilaje de maíz, heno de swazi y melaza después del ordeño de la mañana y antes del ordeño de la tarde. El lote de vaquilla representó los animales de primer parto que se mantienen separados del resto de los animales para evitar la

competencia a la hora de la suplementación. El sistema de alimentación en la finca se basó en el sistema de pastoreo directo (Brachiaria decumbens). El consumo promedio de pasto fue 15.98kg de pasto el cual representó el 3.19% de su peso vivo como forraje verde. El consumo de concentrado varió según el nivel de producción (8.2, 6.8, 6.4 y 5kg/animal/día) para los cuatro lotes de alimentación respectivamente; contemplando el de la suplementación más el que se brindaba durante el ordeño.

La finca 6 se encuentra localizada a unos 750 msnm, temperatura promedio de 23°C y animales en producción de la raza Holstein. En la misma se utilizaron dos sistemas de alimentación divididos según el nivel de producción alta (**sistema 14**) y baja (**sistema 15**). El sistema de alimentación en la finca incluye pastoreo directo (Estrella africana) con suplementación de forraje (pasto swazi + Taiwán picado) y concentrado antes y durante el ordeño. El consumo promedio de pasto fue 34.90kg el cual representó el 6.98% de su peso vivo como forraje verde. El consumo de concentrado para los animales de alta producción (>20 Kg) fue de 7.3 kg/animal/día y para los animales de baja producción (< 20 Kg) fue de 6.8kg/animal/día contemplando el de la suplementación más el que se brindaba durante el ordeño. El concentrado para altas productora contenía más nutriente en su composición que el de bajas. Igualmente, el consumo promedio de forraje suplementario a base de

Swazi+Taiwán picado antes del ordeño fue de 3.3kg/animal/día para todos los animales.

La finca 7 se encuentra localizada a unos 920 msnm, con temperaturas promedio de 21°C. La misma presentó en sus sistemas de producción animales de la raza Holstein en los cuales se tiene un solo sistema de alimentación para todos los animales en producción (**sistema 16**). La dieta de alimentación en la finca incluyó el pastoreo directo (Estrella africana) con suplementación de ensilaje de maíz antes del ordeño. El consumo promedio de pasto fue de 37.60kg el cual representó el 6.89% de su peso vivo como forraje verde. El consumo de ensilaje en promedio fue 5.7kg/animal/día. El consumo de concentrado fue de 9.1kg/animal/día suministrado durante la hora del ordeño igual para todos los animales en producción.

4.7 Diseño estadístico

Para la evaluación biométrica de la investigación se utilizó un Modelo Lineal Generalizado (GLM) para el Análisis de varianza del aporte y balance de los factores alimentarios y nutricionales diarios y producción y composición láctea para vacas Holstein y Pardo Suizo en lactación. El siguiente modelo se describe así:

$$Y_{ijk} = A_i + B_j + B_1 (X_1 - X_1) + B_2 (X_2 - X) + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = Parámetro dependiente (materia seca, fibra cruda, proteína cruda, energía neta lactacional, calcio y fósforo).

A_i = Efecto de finca (7 fincas)

B_j = Efecto del sistema de alimentación (16 sistemas de alimentación)

$B_1(x_1-x_1)$ = Covariable estado lactacional (días)

$B_2(x_2-x)$ = Covariable Parto (10 partos)

E_{ijk} = Error experimental

Se utilizó igualmente un Modelo Lineal Generalizado para el análisis de varianza para la producción y la composición láctea para vacas Holstein y Pardo Suizo en lactación en diversas fincas de producción lechera incluyendo los diferentes factores que pueden influir en la determinación del parámetro dependiente.

$$Y_{ijk} = A_i + (D)_{ij} + B_k + E_i + F_m + E_i * F_m + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = Parámetro dependiente (producción de leche, punto de congelación, pH, densidad, sólidos totales, grasa, proteína, lactosa y urea).

A_i = Efecto de finca (7 fincas)

$(D)_{ij}$ = Efecto del sistema de alimentación dentro de fincas (error a)

B_k = Efecto de raza (Holstein y Pardo Suizo)

E_i = Efecto del número de partos (1...10 partos)

F_m = Efecto del estado lactacional (49 semanas)

$E_i * F_m$ = Efecto de la interacción de partos * estado lactacional

E_{jk} = Error experimental

Se empleó el sistema de correlación simple para asociar variables en pares de la producción y composición láctea según el aporte nutricional de la dieta, igualmente, comparación de medias, contrastes y tendencia de los parámetros lácteos en las diferentes fincas.

El objetivo de esta investigación fue el de caracterizar las diferentes estrategias de manejo nutricional y alimentario en vacas bajo condiciones de pastoreo en fincas de la Cuenca Lechera de Chiriquí, al igual que la producción y composición bromatológica de la leche en una muestra porcentual de los animales en producción.

Las medias en general fueron comparadas mediante el método de Duncan; mientras que se incluyó también el análisis de contraste como medida auxiliar para detectar la trayectoria de algunas variables a través del tiempo. Otro procedimiento fue el de la evaluación regresiva entre variable dependiente

y aquellas independientes para determinar la trayectoria de su relación. Para ello, se procedió en base a la matriz de indicadores asociativas (correlaciones) y en base a los resultados según el análisis de varianza. El análisis biométrico aplicado fue generado con el Programa de Procesamiento de Datos SAS (Statistic Analysis System), versión 2001. Las pruebas de significancia relevantes incluyen resultados en probabilidad de significancia confiable mayor de 95%; mientras que en las regresiones se utilizó valores inferiores propiamente.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Requerimientos, Aportes y Balance de los Factores Alimentarios y Nutricionales Para los Animales en Lactación en Diversos Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí.

El periodo de lactación es la fase más crítica para la alimentación del ganado lechero ya que el animal tiene que satisfacer muchas necesidades fisiológicas, metabólicas y de producción, además prepararse para una nueva preñez en un corto tiempo.

Para obtener los principales requerimientos diarios nutricionales de los animales en producción en las diferentes fincas evaluadas se procedió a conocer el peso vivo promedio, el contenido de grasa láctea y los ajustes energéticos para locomoción. Los requerimientos, el aporte y balance de materia seca y fibra cruda se obtuvieron en libras (lb), la energía neta lactacional en megacalorías (Mcal) y la proteína, calcio y fósforo en gramos (g). En términos generales, en los sistemas de alimentación analizados no se detectó deficiencias de los minerales (calcio y fósforo), en base al establecido por la NRC (1989).

El **sistema de alimentación 1** presentó un requerimiento de materia seca y fibra cruda de 32.93 y 5.64lb, la energía neta lactacional fue de 23.32 Mcal y la proteína cruda de 1,845.81g. Igualmente, el aporte para los mismos factores alimentarios y nutricionales fueron de 42.15, 6.46, 35.43 y 3,931.83 respectivamente. En los **Cuadro XXX, XXXI, XXXII, XXXIII** se presenta los requerimientos y aportes diarios de factores alimentarios y nutricionales en los diversos sistemas de alimentación evaluados para la raza Holstein y Pardo Suizo respectivamente, constituyendo la base de datos para establecer el balance alimentario y nutricional.

Es importante mencionar que en términos generales todas las fincas evaluadas presentaron una buena composición bromatológica en sus pasturas, la misma es muy parecida a las pasturas de climas templados para vacas lecheras las cuales se pueden describir como pasturas de alta calidad con porcentajes promedios de 18 a 24% de materia seca (MS), 18 a 25% de proteína bruta (PB) y 1.53 a 1.67 Mcal/kg de MS de energía neta lactacional (Clark and Kanneganti, 1998). Estos altos porcentajes de factores nutricionales y alimentarios en la pastura (principalmente proteína) se debió a que el muestreo se realizó a la altura de consumo de los animales (aproximadamente 25 cm de despunte), al alto nivel de fertilización en las cuerdas (mayor de 180 Kg de nitrógeno por año) y buenas condiciones climáticas en la mayoría de las

fincas evaluadas, ya que las pocas horas luz mantienen la calidad nutricional disminuyendo la fibrosidad de la misma.

Cuadro XXX. Medias Aritméticas Para los Requerimientos Diarios de Factores Alimentarios y Nutricionales para Vacas Holstein en Lactación en Diversos Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí.

Sistema de Alimentación	REQUERIMIENTO DIARIO DE FACTORES ALIMENTARIOS Y NUTRICIONALES					
	Materia Seca (lb)	Fibra Cruda (lb)	Proteína Cruda (g)	Energía Neta Lactacional (Mcal)	Calcio (g)	Fósforo (g)
1	32.93	5.64	2,500.00	23.32	73.90	46.29
2	47.42	8.05	3,539.25	37.05	134.45	84.87
3	41.71	7.08	2,859.34	31.53	110.15	69.78
4	36.66	6.23	2,245.36	26.54	88.22	56.19
5	31.54	5.37	1,722.01	22.29	69.52	44.62
6	37.71	6.41	2,436.20	29.51	94.42	58.62
7	29.40	5.00	1,600.00	22.72	64.55	40.64
8	41.95	7.12	2,791.43	31.43	108.49	67.22
9	36.41	6.19	2,177.25	26.44	86.56	54.06
14	35.37	6.01	2,179.47	26.70	83.28	53.65
15	29.91	5.08	1,611.26	22.10	63.86	41.42
16	39.98	6.80	2,620.32	29.83	101.89	64.45

Cuadro XXXI. Medias Aritméticas Para los Requerimientos Diarios de Factores Alimentarios y Nutricionales para Vacas Pardo Suizo en Lactación en Diversos Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí.

Sistema de Alimentación	REQUERIMIENTO DIARIO DE FACTORES ALIMENTARIOS Y NUTRICIONALES					
	Materia Seca (lb)	Fibra Cruda (lb)	Proteína Cruda (g)	Energía Neta Lactacional (Mcal)	Calcio (g)	Fósforo (g)
6	37.40	6.36	2,388.74	29.13	92.73	57.60
7	29.76	5.06	1,629.33	22.96	65.61	41.28
10	36.08	6.13	2,293.33	28.36	89.35	55.42
11	33.58	5.71	1,999.69	25.97	78.86	49.13
12	27.60	4.69	1,469.19	21.24	59.72	37.66
13	24.76	4.19	1,227.62	18.71	49.58	31.59

Cuadro XXXII. Medias Aritméticas del Aporte Diario de Factores Alimentarios y Nutricionales para Vacas Holstein en Lactación en Diversos Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí.

Sistema de Alimentación	APOORTE DIARIO DE FACTORES ALIMENTARIOS Y NUTRICIONALES							
	Pasto (lb)	Concentrado (lb)	Materia Seca (lb)	Fibra Cruda (lb)	Proteína Cruda (g)	Energía Neta Lactacional (Mcal)	Calcio (g)	Fósforo (g)
1	95.07	22.00	42.15	6.46	3,510.00	35.43	312.05	117.56
2	76.50	27.80	45.62	7.30	3,431.23	38.00	169.07	109.11
3	76.50	21.90	40.21	7.00	3,034.27	33.01	135.28	90.18
4	76.50	19.80	38.30	6.90	2,900.30	31.38	125.81	83.18
5	76.50	10.60	29.83	6.33	2,316.80	23.33	79.81	54.29
6	65.07	20.00	36.03	5.67	2,863.07	30.47	145.03	77.77
7	65.07	10.00	26.40	5.17	1,950.80	21.53	83.03	49.33
8	84.48	25.71	43.15	6.84	3,546.14	36.28	178.50	102.85
9	84.48	18.98	36.97	6.41	3,112.09	30.40	143.05	81.71
14	76.50	16.00	37.68	7.00	2,712.00	30.39	111.09	72.29
15	76.50	15.00	36.53	7.05	2,518.90	29.24	105.22	70.76
16	90.33	20.00	43.13	10.24	3,315.53	33.61	162.49	84.98

Cuadro XXXIII. Medias Aritméticas del Aporte Diario de Factores Alimentarios y Nutricionales para Vacas Pardo Suizo en Lactación en Diversos Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí.

Sistema de Alimentación	APORTE DIARIO DE FACTORES ALIMENTARIOS Y NUTRICIONALES							
	Pasto (lb)	Concentrado (lb)	Materia Seca (lb)	Fibra Cruda (lb)	Proteína Cruda (g)	Energía Neta Lactacional (Mcal)	Calcio (g)	Fósforo (g)
6	65.07	20.00	36.03	5.67	2,863.07	30.47	145.03	77.77
7	65.07	10.00	26.40	5.17	1,950.80	21.23	83.03	49.33
10	38.33	18.00	35.63	6.07	1,905.10	27.57	140.87	69.87
11	38.33	15.00	31.73	5.57	1,663.60	24.27	120.67	59.93
12	38.33	14.00	33.93	6.43	1,683.67	25.10	118.53	58.33
13	38.33	11.00	24.93	4.33	1,315.43	19.07	95.03	45.83

Conociendo el plano nutricional, las cantidades utilizadas, su composición bromatológica, los requerimientos y aportes de factores alimentarios y nutricionales en los diversos sistemas de alimentación, se determinó el balance nutricional para los mismos como se ilustran en los Cuadro XXXIV y XXXV.

Cuadro XXXIV. Medias Aritméticas del Balance Diario de Factores Alimentarios y Nutricionales para Vacas Holstein en Lactación en Diversos Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí.

Sistema de Alimentación	BALANCE DIARIO DE FACTORES ALIMENTARIOS Y NUTRICIONALES					
	Materia Seca (lb)	Fibra Cruda (lb)	Proteína Cruda (g)	Energía Neta Lactacional (Mcal)	Calcio (g)	Fósforo (g)
1	+ 9.22	+ 0.82	+ 1,010.0	+ 12.11	+239.1	+ 71.27
2	- 1.80	- 0.75	- 108.02	+ 0.95	+ 34.62	+ 24.24
3	- 1.50	- 0.08	+ 174.93	+ 1.48	+ 25.13	+ 20.40
4	+1.64	+ 0.67	+ 654.94	+ 4.84	+ 37.59	+ 26.99
5	- 1.71	+ 0.96	+ 594.79	+ 1.04	+ 10.29	+ 9.67
6	- 1.68	- 0.74	+ 426.87	+ 0.96	+ 50.61	+ 19.15
7	- 3.00	+ 0.17	+ 350.80	- 1.19	+ 18.48	+ 8.69
8	+ 1.20	- 0.28	+ 754.71	+ 4.85	+ 70.01	+ 35.63
9	+ 0.56	+ 0.22	+ 934.84	+ 3.96	+ 56.49	+ 27.65
14	+ 2.31	+ 0.99	+ 532.53	+ 3.69	+ 27.81	+ 18.64
15	+ 6.62	+ 1.97	+ 907.64	+ 7.14	+ 41.36	+ 29.34
16	+3.15	+3.44	+695.21	+3.78	+60.60	+20.53
16	+ 3.15	+ 3.44	+ 695.21	+ 3.78	+ 60.60	+ 20.53

Cuadro XXXV. Medias Aritméticas del Balance Diario de Factores Alimentarios y Nutricionales para Vacas Pardo Suizo en Lactación en Diversos Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí.

Sistema de Alimentación	BALANCE DIARIO DE FACTORES ALIMENTARIOS Y NUTRICIONALES					
	Materia Seca (lb)	Fibra Cruda (lb)	Proteína Cruda (g)	Energía Neta Lactacional (Mcal)	Calcio (g)	Fósforo (g)
6	- 1.37	- 0.69	+ 474.33	+ 1.34	+ 52.3	+ 20.17
7	- 3.36	+ 0.11	+ 321.47	- 1.73	+ 17.4	+ 8.05
10	- 0.45	- 0.06	- 388.23	- 0.79	+ 51.5	+ 14.45
11	- 1.85	- 0.14	- 336.09	- 1.70	+ 41.8	+ 10.80
12	+ 6.33	+ 1.74	+ 214.48	+ 3.86	+ 58.8	+ 20.67
13	+ 0.17	+ 0.14	+ 87.81	+ 0.36	+ 45.4	+ 14.24

El análisis sobre el balance nutricional indicó que todos los nutrientes (materia seca, fibra cruda, energía neta lactacional, proteína cruda, calcio y fósforo) presentaron un balance positivo

para los niveles de producción en la finca. En términos generales, se observó que existe un balance positivo no adecuado de los nutrientes en la dieta por el exceso de los mismos en la ración de las vacas en producción debido principalmente al uso común del alimento concentrado al no tomar en cuenta la dosificación del mismo por nivel de producción de leche.

Según Wheeler (1998), la sobrealimentación puede conducir a un excesivo engordamiento de las vacas, las cuales experimentan más dificultades durante el parto, sufren más reducción del apetito después del parto, y con ello se aumentaba las incidencias de cetosis, torsiones de estómago y edemas mamarios y afines. Estos resultados difirieron de los resultados encontrados por Gallardo et al (2000), en donde manifiesta que bajo las condiciones pastoriles de producción de leche en Argentina, uno de los principales inconvenientes estaba relacionado a la subalimentación energética de las vacas que se encontraban tanto en el periodo de transición como en la lactancia temprana. Este exceso de nutrimentos se observó principalmente en los animales de menor producción por los menores requerimientos de nutrientes y por el uso común del concentrado en la dieta de los animales. Cabe mencionar que la proteína es el nutriente suministrado con mayor cantidad en la dieta

el cual representa el nutriente de mayor costo en los sistemas de alimentación. En rumiantes, un exceso de proteína produciría hepatomas, posibles necrosis hepática, hepatitis, acidez láctica y mal funcionamiento digestivo (Collier, 1985). Cada vez parece más demostrado que las raciones ricas en proteína, formuladas para una mayor producción lechera, se correlacionan negativamente con los parámetros reproductivos (Moorby teal, 1996).

En el **Cuadro XXXVI** se muestra el soporte lactacional de las fincas evaluadas en el sistema de alimentación según la disponibilidad o aporte diario de energía neta lactacional. El costo diario de alimentación en la finca para los animales en producción de leche fue de B/. 1.75/animal o equivalente a 5.83Kg de leche con un precio base de B/.0.30 por kilogramo respectivamente. Esto significa que en general, la producción de leche mínima para mantener una vaca en producción en dicho sistema fue de 5.8Kg/vaca.

Cuadro XXXVI. Potencial lechero proyectado de las dietas por sistema de alimentación según el requerimiento aporte de energía neta lactacional, proteína cruda y materia seca.

Finca	Dieta	Energía Neta Lactacional	Proteína Cruda	Materia Seca
1	Común	3BBB5 Kg	42.00 Kg	30.11 Kg
2	Pluss	35.49 Kg	33.53 Kg	34.00 Kg
2	Elite	28.85 Kg	29.15 Kg	23.43 Kg
2	Alta	26.64 Kg	27.71 Kg	20.00 Kg
2	Baja	15.95 Kg	21.29 Kg	13.56 Kg
3	Alta	26.04 Kg	31.22 Kg	22.29 Kg
3	Baja	11.19 Kg	20.42 Kg	10.00 Kg
4	Alta	35.34 Kg	37.68 Kg	32.02 Kg
4	Baja	26.43 Kg	32.22 Kg	19.65 Kg
5	Elite	19.92 Kg	17.34 Kg	19.34 Kg
5	Superior	15.14 Kg	14.42 Kg	14.54 Kg
5	Vaquilla	19.58 Kg	15.32 Kg	15.86 Kg
5	Baja	9.69 Kg	11.52 Kg	9.01 Kg
6	Alta	28.95 Kg	30.14 Kg	27.24 Kg
6	Baja	27.19 Kg	27.70 Kg	19.05 Kg
7	Estándar	30.57 Kg	33.45 Kg	31.21 Kg

En el análisis de varianza para el aporte diario de los factores alimentarios y nutricionales para las vacas Holstein en diversos sistemas de

producción lechera (**Cuadro XXXVII**) se puede observar diferencias significativas ($P < 0.001$) en relación con el aporte de materia seca, fibra cruda, proteína cruda, energía neta lactacional, calcio y fósforo. En el **Cuadro XXXVIII** se presenta el análisis de varianza para el balance diario de los factores alimentarios y nutricionales para las vacas Holstein en diversos sistemas de producción lechera con sus respectivas significancias.

El **sistema de alimentación 2** presentó un requerimiento de materia seca y fibra cruda de 47.42 y 8.05lb, la energía neta lactacional fue de 37.05 Mcal y la proteína cruda de 3,539g. El aporte para los mismos factores alimentarios y nutricionales fueron de 45.62, 7.30, 38.00 y 3,431. Por otro lado, el **sistema de alimentación 3** presentó un requerimiento de materia seca y fibra cruda de 41.71 y 7.08lb respectivamente, la energía neta lactacional fue de 31.53 Mcal y la proteína cruda de 2,859.34g. El aporte para los mismos factores alimentarios y nutricionales fueron de 40.21, 7.00, 33.01 y 3,034.27 respectivamente. Los análisis para ambos sistemas demostraron un balance negativo de materia seca, fibra cruda y proteína cruda, a excepción de la proteína cruda que presentó un balance positivo para el sistema 3. En términos generales, la ración que se brindó a los animales de mayor producción en la finca presentó un déficit de nutrientes, por lo cual no se facilitó nutricionalmente la expresión del potencial lechero en el periodo de lactación de mayor exigencia en nutrientes. Según Betrics et al (1992), las consecuencias de la disminución de

ingestión de materia seca son muy negativas, ya que ello implica la merma en la ingesta de todos los nutrientes, por lo cual se reduce el potencial productivo. El mantener una buena proporción de fibra cruda jugará un papel importante en el mantenimiento de la salud ruminal y pasaje de los alimentos hacia el tracto gastrointestinal (Miller, 1982).

En los animales de baja producción en la finca (sistema 4 y 5) se presentó un balance positivo de los nutrientes de la dieta, a excepción del aporte de materia seca que fue negativo en 1.17lb para el sistema 5. Se observó que la dieta de ambos sistemas presentó el mayor balance para la proteína cruda, principalmente en los animales de baja producción.

En términos generales, se pudo observar que los animales de mayor producción fueron limitados en el aporte de nutrientes, lo cual amerita una mayor disponibilidad de los mismos en la ración para facilitar la expresión de la capacidad genética potencial.

El potencial nutritivo de la dieta para los animales de los sistemas 2,3,4 y 5 en términos de energía neta lactacional fue de 38.28, 31.07, 28.68 y 17.09 Kg de leche respectivamente. El costo de alimentación en la finca para los sistemas 2,3,4, y 5 fue de B/. 2.60, 2.04, 1.81 y 1.12 respectivamente o equivalente a 8.67, 6.80, 6.03 y 3.73Kg de leche con un precio base de B/.0.30 por kilogramo respectivamente.

El **sistema de alimentación 6** incluyó animales de la raza Holstein con un requerimiento de materia seca y fibra cruda de 37.71 y 6.41lb. La energía neta lactacional fue de 29.51 Mcal y la proteína cruda de 2,436g. El aporte para los mismos factores alimentarios y nutricionales fueron de 36.03, 5.67, 30.47 y 2,863.07 respectivamente. Por otro lado, el **sistema de alimentación 7** incluyendo animales de la raza Pardo Suizo presentó un requerimiento de materia seca y fibra cruda de 29.40 y 5.00lb respectivamente, la energía neta lactacional fue de 22.72 Mcal y la proteína cruda de 1,600g. Igualmente, el aporte para los mismos factores alimentarios y nutricionales fueron de 26.40, 5.17, 21.53 y 1,951 respectivamente. Los análisis para ambos sistemas demostraron que los animales presentaron un balance negativo de materia y fibra cruda para el sistema 6; y materia seca y energía neta lactacional para el sistema 7 respectivamente. En términos generales, la ración que se brindó a los animales de alta y baja producción en la finca presentó una deficiencia de 1.17 y 1.68lb de materia seca para los animales Holstein y 1.37 y 3.36lb en los animales Pardo Suizo respectivamente. Una carencia de energía en la ración, ocasiona que la vaca deba depender excesivamente de las reservas de su cuerpo, lo que amerita un mayor aporte de este nutriente en la ración cuando el mismo es permitido por razones del estado lactacional para no comprometer las reservas corporales como complemento al potencial nutricional de la dieta (Davis, 1986; Harris, 1985). Según Higgins et al (1996), las vacas que están adelgazando, debido a un balance negativo de energía, mostrarán celos más

débiles y tendrán una tasa de concepción más bajas, comparadas con las vacas que tiene un balance positivo de energía y que están recuperando su condición corporal. Cabe señalar que esta finca puede incluir el ensilaje de maíz en su sistema de alimentación como fuente de los nutrientes deficitarios en la ración con el cual se pueden obtener mejores rendimientos en la producción de leche.

El potencial nutritivo de la dieta para los animales del sistema 6 y 7 en términos de energía neta lactacional fue de 27.90 y 12.96 Kg de leche respectivamente. El costo diario por unidad animal en el sistema 6 y 7 fue de B/.2.54 y 1.09 representando 8.47 y 3.63 Kg de leche sobre la base de B/.0.30 por kilogramo respectivamente, lo cual generó un mínimo de producción láctea por costo y beneficio de 8.5 Kg/vaca/día, que sería referencia para el secado de la vaca propiamente.

En el análisis de varianza para el aporte diario de los factores alimentarios y nutricionales para las vacas Pardo Suizo en diversos sistemas de producción lechera (**Cuadro XXXIX**) se puede observar diferentes grados de significancia ($P<0.05$, $P<0.01$ y $P<0.001$) entre las fincas evaluadas. Igualmente, el sistema de alimentación utilizado presentó diferencias significativas ($P<0.001$) para todos los factores analizados; incluyendo el aporte de materia seca, fibra cruda, proteína cruda, energía neta lactacional, calcio y fósforo brindado en la dieta fue diferente en los sistemas de alimentación utilizados en las fincas evaluadas. En el **Cuadro XL** se presenta el análisis de

varianza para el balance diario de los factores alimentarios y nutricionales para las vacas Pardo Suizo en diversos sistemas de producción lechera con sus respectivas significancias.

El **sistema de alimentación 8** (alta producción) presentó un requerimiento de materia seca y fibra cruda de 41.95 y 7.12lb respectivamente, la energía neta lactacional fue de 31.43 Mcal y la proteína cruda de 2,791.43g. El aporte para los mismos factores alimentarios y nutricionales fueron de 43.15, 6.84, 36.28 y 3,546.14 respectivamente. Por otro lado, el **sistema de alimentación 9** (baja producción) presentó un requerimiento de materia seca y fibra cruda de 36.41 y 3.19lb respectivamente, la energía neta lactacional fue de 26.44 Mcal y la proteína cruda de 2,177g. Igualmente, el aporte para los mismos factores alimentarios y nutricionales fueron de 36.97, 6.41, 30.40 y 3,112.09 respectivamente.

Los análisis para ambos sistemas demostraron que los animales presentaron un balance positivo para todos los factores alimentarios y nutricionales, a excepción de la fibra cruda para los animales de alta producción (sistema 8), el cual presentó una deficiencia de 0.28lb. Se pudo observar que el nutriente brindado en la dieta con un mayor desbalance nutricional fue la proteína cruda la cual presentó un exceso de 755 y 935g para los sistemas 8 y 9 respectivamente. La proteína no solamente es uno de los componentes principales de la ración para vacas lecheras sino también es uno de los

componentes más costosos en términos económicos. Según Samudio (2000), la mejor manera para evitar las pérdidas de N es el balance adecuado de la dieta para acercarla lo más posible a las necesidades del animal. La dieta para esta finca amerita un mejor balance en este nutriente por razones nutricionales y alimentarios (Miller, 1984; Araúz, 2000).

El potencial nutritivo de la dieta para los animales del sistema 8 y 9 en términos de energía neta lactacional fue 35.32 y 26.30 Kg de leche respectivamente. El costo de alimentación para estos animales en la finca fue de B/. 2.31 y 1.79 respectivamente, correspondiendo a 7.7 y 6.0 Kg de leche aun precio de B/.0.30 por kilogramo.

El **sistema de alimentación 10** brindado a los animales de mayor producción presentaron un requerimiento de materia seca y fibra cruda de 36.08 y 6.13lb respectivamente, la energía neta lactacional fue de 28.36 Mcal y la proteína cruda de 2,293.33g. El aporte para los mismos factores alimentarios y nutricionales fueron de 35.63, 6.07, 27.57 y 1,905.10 respectivamente. Por otro lado, el **sistema de alimentación 11** presentó un requerimiento de materia seca y fibra cruda de 33.58 y 5.71lb respectivamente, la energía neta lactacional fue de 25.97Mcal y la proteína cruda de 1,999.69g. Igualmente, el aporte para los mismos factores alimentarios y nutricionales fueron de 31.73, 5.57, 24.57 y 1,663.60 respectivamente. Los análisis para ambos sistemas demostraron que los animales presentaron un balance negativo de todos los factores alimentarios

y nutricionales mencionados anteriormente. La deficiencia de energía neta lactacional y proteína cruda para el sistema 10 fue de 0.79 Mcal y 388.23g; sin embargo, para el sistema 11 fue de 1.70Mcal y 336.09g respectivamente. En estas circunstancias se dice que las vacas se hallan en balance energético negativo y la principal señal del mismo es la pérdida de la condición corporal (Davis, 1989). Un balance energético negativo en la etapa inicial de la lactancia en vacas lecheras predispone a los animales a sufrir desórdenes metabólicos y enfermedades como cetosis e hígado graso (Green et al, 1999). Esta deficiencia energética se produce por un bajo consumo de materia seca unido al alto requerimiento de nutrientes (glucosa principalmente) que se desencadena con el inicio de la lactancia. El tiempo que los animales pasan en balance energético negativo variará según la función de la velocidad con que se incrementa el consumo de alimentos en las semanas posteriores al parto (Lean et al, 1992). Es conocido que si no se atienden convenientemente los requerimientos nutricionales en estas etapas fisiológicas se altera no solo la producción en la lactancia total (con una disminución y un retraso del pico total de producción) sino también la composición química de la leche (Wilcox, 1979).

En los animales de baja producción en la finca (**sistema 12 y 13**) se presentó un balance positivo de todos los factores alimentarios y nutricionales de la dieta. Este balance positivo estuvo dentro de los rangos aceptables en términos de excedentes de los mismos en la ración. En términos generales, se

pudo observar que los animales de mayor producción fueron limitados en el aporte de nutrientes, lo cual amerita una mayor disponibilidad de los mismos en la ración para facilitar la expresión de la capacidad del potencial lechero.

El potencial nutritivo de la dieta para los sistemas 10,11,12 y 13 en la finca en términos de energía neta lactacional fue de 22.35, 17.57, 18.77 y 12.12 Kg de leche respectivamente. El costo de alimentación en la finca para los sistemas 10,11,12 y 13 fue de B/. 2.09, 1.77, 1.88 y 1.32 respectivamente, correspondiendo a 7.0, 5.9, 6.2 y 4.4 Kg de leche a un precio de B/.0.30 por kilogramo.

El **sistema de alimentación 14** (alta producción) presentó un requerimiento de materia seca y fibra cruda de 35.37 y 6.01lb respectivamente, la energía neta lactacional fue de 26.70 Mcal y la proteína cruda de 2,179g. El aporte para los mismos factores alimentarios y nutricionales fueron de 37.68, 7.00, 30.39 y 2,712.00 respectivamente. Por otro lado, el **sistema de alimentación 15** (baja producción) presentó un requerimiento de materia seca y fibra cruda de 29.91 y 5.08lb; la energía neta lactacional fue de 22.10 Mcal y la proteína cruda de 1,611.26g. Igualmente, el aporte para los mismos factores alimentarios y nutricionales fueron de 36.53, 7.05, 29.24 y 2,518.90 respectivamente. Los análisis para ambos sistemas demostraron que los animales presentaron un balance positivo para todos los factores alimentarios y nutricionales de la dieta. Se pudo observar que el nutriente brindado en la dieta

con un mayor desbalance nutricional fue la proteína cruda la cual presentó un exceso de 532 y 908g para los sistemas 14 y 15 respectivamente. Según Hof et al, (1997), en dietas bien balanceadas la mayor pérdida de nitrógeno proviene de la desaminación. Esta pérdida podrá reducirse a la mínima cantidad inevitable cuando el suministro de aminoácidos al intestino se ajuste en forma precisa a las necesidades del animal.

El potencial nutritivo de la dieta para los animales del sistema 14 y 15 en términos de energía neta lactacional fue de 28.06 y 26.42 Kg de leche respectivamente. El costo de alimentación en la finca para los sistemas 14 y 15 fue de B/.1.70 y 1.43 respectivamente, correspondiendo a 5.67 y 4.77 Kg de leche a un precio de B/.0.30 por kilogramo.

El **sistema de alimentación 16** presentó un requerimiento de materia seca y fibra cruda de 39.98 y 6.80lb respectivamente, la energía neta lactacional fue de 29.83Mcal y la proteína cruda de 2,620.32g. Igualmente, el aporte para los mismos factores alimentarios y nutricionales fue de 43.13, 10.24, 33.61 y 3,315.53 respectivamente. El siguiente análisis demostró que generalmente todos los nutrientes (materia seca, fibra cruda, energía neta lactacional, proteína cruda, calcio y fósforo) presentaron un balance positivo para los niveles de producción en la finca. En términos generales, se observó que existe un mal balance de los nutrientes en la dieta por el exceso de los mismos en la ración de las vacas en producción debido principalmente a la estandarización

de alimento concentrado brindado a los animales en producción. Este exceso se puede observar principalmente en la proteína cruda de la ración. La dieta para esta finca amerita un mejor balance en los nutrientes para los animales en producción, por lo cual se recomienda brindar el concentrado por nivel de producción de leche, implicando que en una alta proporción de las vacas la dieta suministra más nutrientes de la requerida según la producción de leche y en otros casos (menor grado) una falta de nutrientes. Esto implica una administración deficiente en el uso del concentrado como fuente de nutrientes con las consecuencias económicas negativas, además de los efectos metabólicos y alimentarios inapropiados para la producción de leche rentable. En términos generales se puede observar que la dieta que se brindó a los animales no fue la más adecuada, por lo cual se pueden esperar una mejor producción en la finca con un uso estratégico del concentrado por nivel de producción.

El potencial nutritivo de la dieta para los animales en producción del sistema 16 en términos de energía neta lactacional fue de 31.51 Kg de leche. El costo de alimentación diario en la finca para los animales en producción fue de B/. 2.38, correspondiendo a 7.93 Kg de leche a un precio de B/.0.30 por kilogramo.

Al comparar el análisis del balance nutricional y alimentario de manera integral se puede observar que existió una deficiencia en el balance de materia

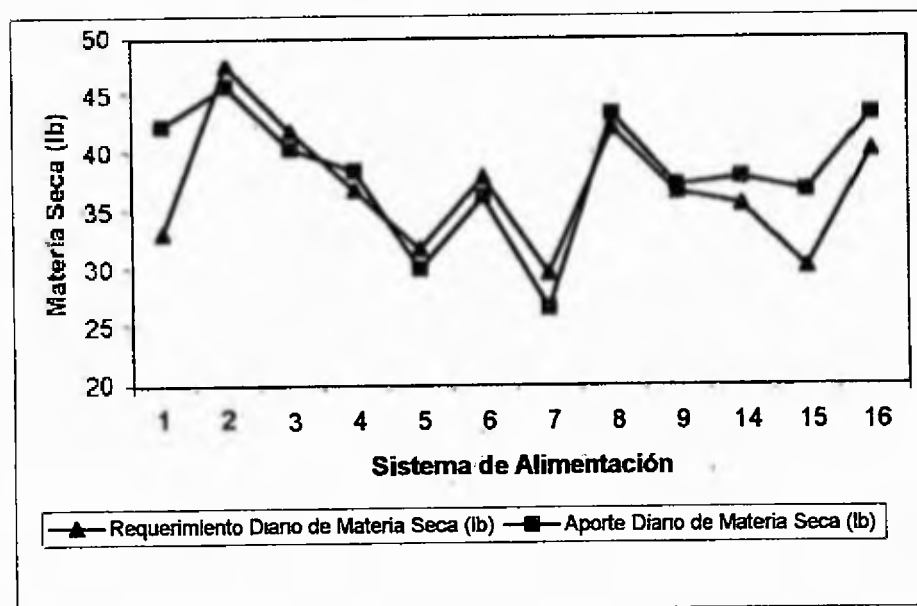
seca en un 44% de los sistemas de alimentación evaluados; sin embargo, el consumo de fibra cruda presentó muy poca diferencia con respecto a su requerimiento en la mayor parte de las raciones presentando un balance negativo en un 37% de los sistemas. Por otro lado, el balance de proteína cruda presentó un exceso en su consumo en un 81% de los sistemas de alimentación. Las cantidades muy altas de proteína pueden hacer disminuir la eficiencia de utilización de la energía, debido a la cantidad utilizada para metabolizarla y eliminar el exceso de nitrógeno (Ruiloba, 2000). La energía neta lactacional presentó un balance positivo en un 81% de los sistemas evaluados, observándose el impacto más significativo de ambos nutrientes (energía y proteína) en el sistema 1. En vacas lecheras, el exceso de energía suele afectar la reproducción y causar otros problemas. Es muy importante que las vacas se encuentren en buen estado corporal tanto al momento del parto como durante la lactación con la finalidad de lograr altos picos de producción y mantener una persistencia lactacional (Araúz, 1997). El comportamiento que se dio con los principales minerales que integran las raciones de las vacas lecheras (calcio y fósforo) fue un balance positivo en todos los sistemas de alimentación evaluados. La importancia de estos elementos radica en su abundancia en el organismo, ya que equivalen aproximadamente al 2% del peso vivo del animal, junto al fósforo representan el 70% de los elementos en el cuerpo y el 50% de los minerales que aparecen en la leche (Maynard, 1976; Morrison, 1964). En términos generales, las raciones analizadas presentaron un balance positivo

(excesos) en la mayoría de los nutrientes debiéndose al alto consumo concentrado en las dietas analizadas.

Al graficar el requerimiento diario de materia seca con respecto al aporte recibido para la raza Holstein en los diferentes sistemas de alimentación se pudo observar que los sistemas 2, 3, 5, 6 y 7 presentaron un balance negativo (ver **gráfica No. 1**). La cantidad de materia seca deficiente fue 1.80, 1.50, 1.71, 1.68 y 3.0 libras respectivamente. Esta deficiencia pudo ser mayor para los animales de mayor producción que se encontraban en el sistema consecuentemente. Igualmente, los sistemas de alimentación 6, 7, 10 y 11 evaluados en la raza Pardo Suizo presentaron el mismo comportamiento con una deficiencia de 1.37, 3.36, 0.45 y 1.85 libras respectivamente (ver **gráfica No. 2**); es decir un 50% de los sistemas de alimentación evaluados tomando en cuenta la raza Holstein y Pardo Suizo presentaron deficiencias de materia seca en la ración. El aporte o consumo de materia seca en la dieta de los animales para la raza Holstein y Pardo Suizo mostró una relación directa con respecto a la producción de leche, es decir, que al aumentar el consumo de la misma aumentaba la producción de leche en el sistema evaluado (ver **gráfica No. 3 y 4**). Según Miller (1982), las vacas que consumen más materia seca son las que alcanzan mayores producciones y mantiene una mejor persistencia de la producción láctea en la curva lactacional.

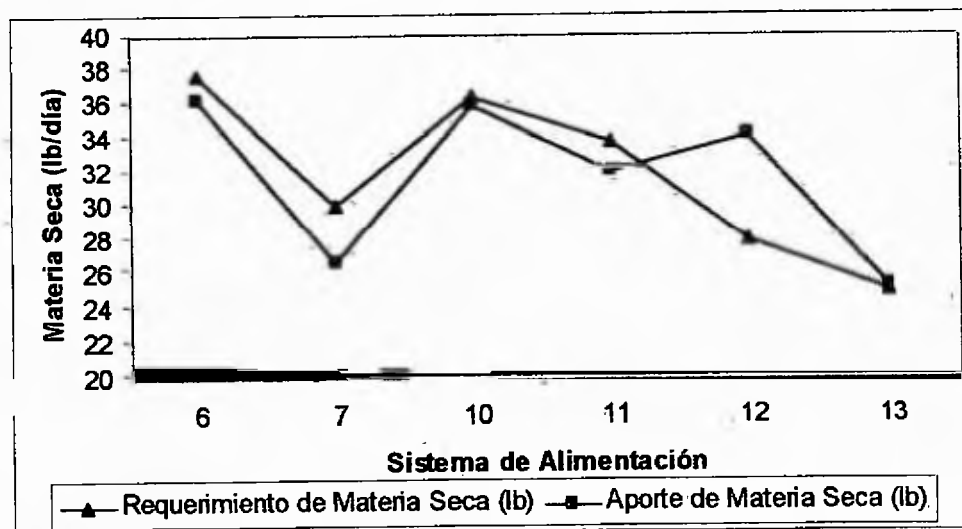
GRÁFICA No. 1

Dispersión Gráfica del Requerimiento y Aporte de Materia Seca en diferentes Sistemas de Alimentación Evaluados Para la Raza Holstein.



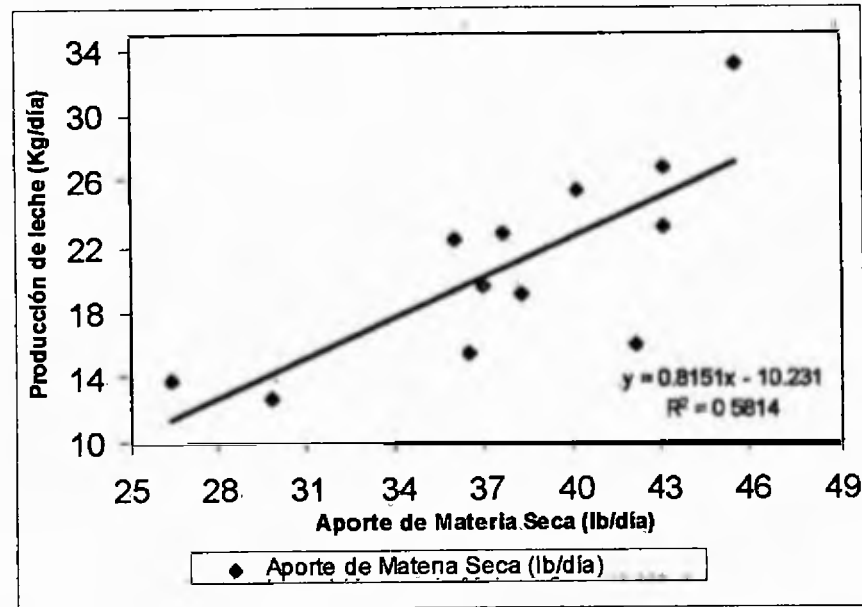
GRÁFICA No. 2.

Dispersión Gráfico del Requerimiento y Aporte de Materia Seca en los Diferentes Sistemas de Alimentación Evaluados Para la Raza Pardo Suizo.



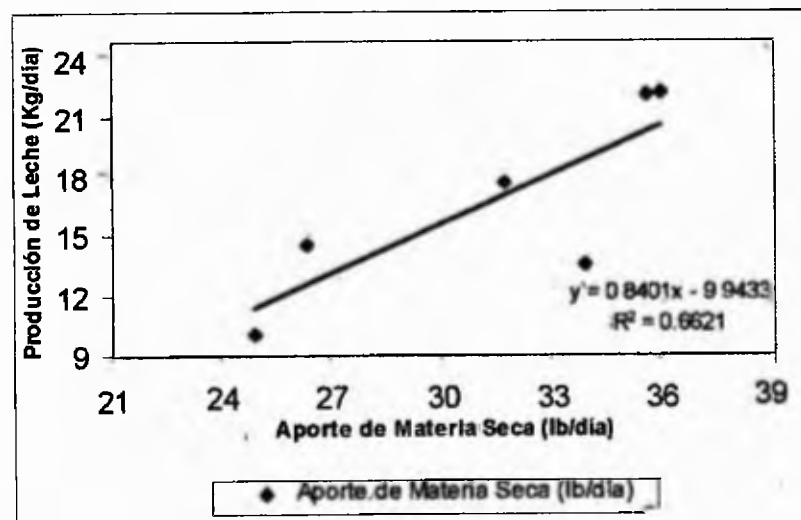
Gráfica No. 3.

Relación del Aporte de Materia Seca con la Producción de Leche en los diferentes Sistemas de Alimentación Evaluados para la Raza Holstein.



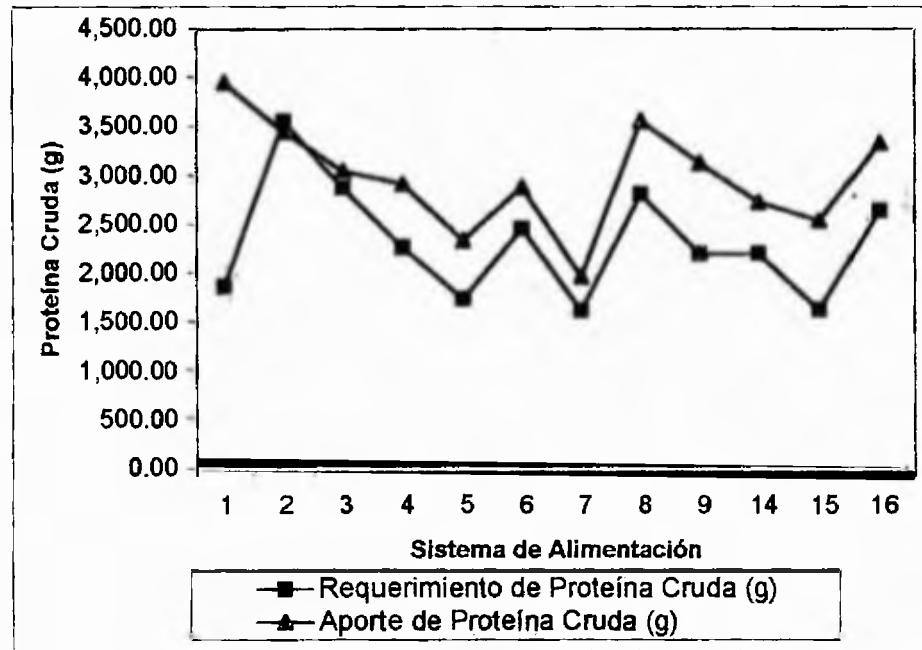
Gráfica No. 4.

Relación del Aporte de Materia Seca con la Producción de Leche en los diferentes Sistemas de Alimentación Evaluados para la Raza Pardo Suizo.



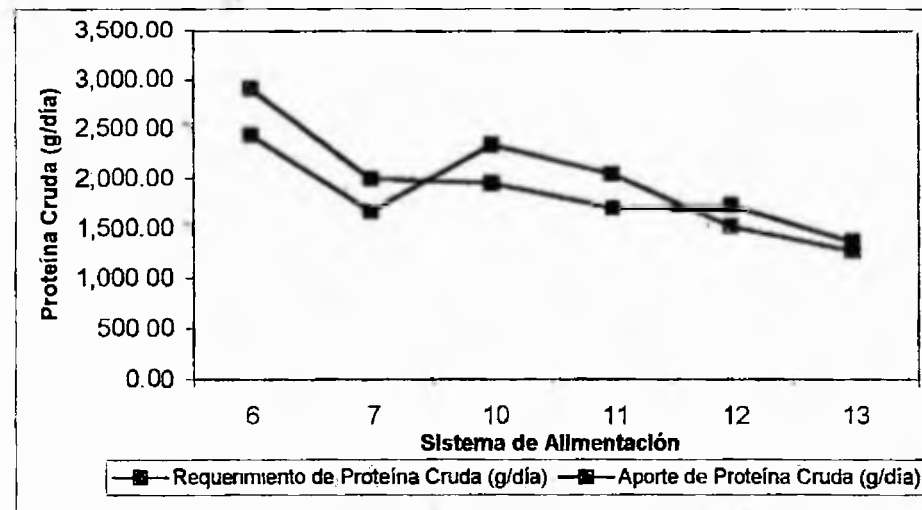
GRÁFICA No.5.

Requerimiento y Aporte de Proteína Cruda en los Diferentes Sistemas de Alimentación Evaluados Para la Raza Holstein.



GRÁFICA No. 6.

Requerimiento y Aporte de Proteína Cruda en los Diferentes Sistemas de Alimentación Evaluados Para la Raza Pardo Suizo.



Al graficar el requerimiento diario de proteína cruda con respecto al aporte recibido para la raza Holstein en los diferentes sistemas de alimentación se pudo observar que solo el sistemas 2 presentó un balance negativo (ver **gráfica No. 5**), coincidiendo la cantidad de proteína cruda deficiente en 108.02g; sin embargo, todos los demás sistemas de alimentación presentaron excesos de proteína en la ración por lo que se amerita un balance adecuado del nutriente más costoso que forma parte de la dieta de los animales. Igualmente, el sistema de alimentación 6, 7, 12 y 13 utilizado para la raza Pardo Suizo presentó un balance positivo o exceso de proteína en la ración de los animales (ver **gráfico No. 6**); es decir, un 83.3% de los sistemas de alimentación evaluados tomando en cuenta la raza Holstein y Pardo Suizo mostraron un exceso de proteína cruda en la ración de los animales, alcanzando los mayores valores en los sistemas de alimentación 1, 9, 15 y 8 respectivamente.

El aporte o consumo de proteína cruda en la dieta de los animales para la raza Holstein y Pardo Suizo mostró una relación directa con respecto a la producción de leche, es decir, que al aumentar el consumo de la misma aumentó la producción de leche (ver **gráfica No. 7 y 8**).

Al graficar el requerimiento diario de energía neta lactacional con respecto al aporte recibido para la raza Holstein en los diferentes sistemas de alimentación se pudo observar que solo el sistemas 7 presentó un balance

negativo (ver **gráfica No. 9**), la cantidad de energía neta lactacional deficiente fue de 1.19 Mcal; sin embargo, todos los demás sistemas de alimentación presentaron excesos de energía en la ración por lo que se amerita una corrección o ajuste en este nutriente. Igualmente, los sistemas de alimentación 7, 10 y 11 evaluados en la raza Pardo Suizo presentaron el mismo comportamiento con una deficiencia de 1.73, 0.79 y 1.70Mcal respectivamente (ver **gráfica No. 10**); esta deficiencia pudo ser mayor para los animales de mayor producción. Se puede decir que un 77.8% de los sistemas de alimentación evaluados tomando en cuenta la raza Holstein y Pardo Suizo presentaron balances positivo de energías neta en la ración, presentando el mayor exceso en los sistemas de alimentación 1 y 15 respectivamente. El aporte o consumo de energía neta lactacional en la dieta de los animales para la raza Holstein y Pardo Suizo mostró una relación directa con respecto a la producción de leche, es decir, que al aumentar el consumo de la misma aumentaba la producción de leche en el sistema evaluado (ver **gráfica No. 11 y 12**).

Al comparar la producción de leche real en la finca con la producción de leche esperada en los diferentes sistemas de alimentación se pudo observar que el 94% de los sistemas evaluados no alcanzaron la producción esperada (**gráfica No. 13 y 14**). Esto pudo deberse a que los animales pudieron haber alcanzado su techo genético de producción o los requerimientos de mantenimiento (locomoción) son superiores a los calculados en la finca

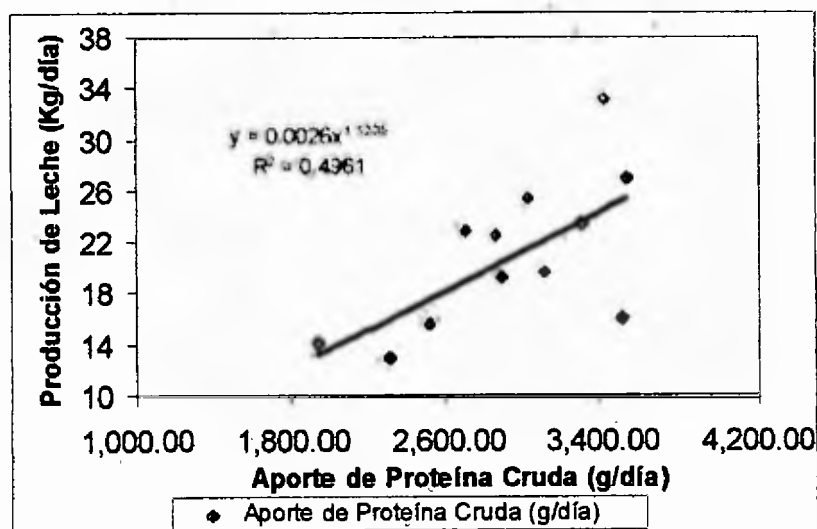
analizada. Los sistemas de alimentación que presentaron una mayor diferencia de producción a la esperada fueron el 1, 15, 4, 8 y 16 con producciones de 18.76, 11.12, 8.51 y 8.43 Kg de leche diaria respectivamente, el cual al ser transformado en valor económico presentaron pérdidas diarias en ingresos de B/. 5.63, 3.34, 2.90, 2.55 y 2.53 respectivamente.

El análisis alimentario de todos los sistemas de alimentación empleados en fincas lecheras grado A evidenció que hay una marcada incidencia en la falta de consumo de materia seca, así como también se detectó un bajo consumo de carbohidratos estructurales. Esto plantea en principios grandes limitantes para el funcionamiento ruminal apropiado, así como para el desarrollo de procesos digestivo y la absorción de nutrientes como ha señalado Kauffman y Saelzer (1978) y Miller (1986). Se reconoce que la época lluviosa esta asociada con un bajo consumo de materia seca en principio dadas las características de los sistemas de alimentación empleados en Panamá (Araúz, 2004). Esto va asociado con el incremento de agua en el pasto, lo que conduce a una mayor ingesta de agua y menor de materia seca.

La producción de lechera está asociada con el consumo de materia seca de manera estrecha, lo cual es mucho más crítico cuando su nivel de ingesta es deficiente como indica la NRC (1989, 2001). Se ha determinado que por cada libra de materia seca que no es consumida por exceso de humedad en la ración se produce una reducción en la producción láctea de una (1) libra (Vigortore,

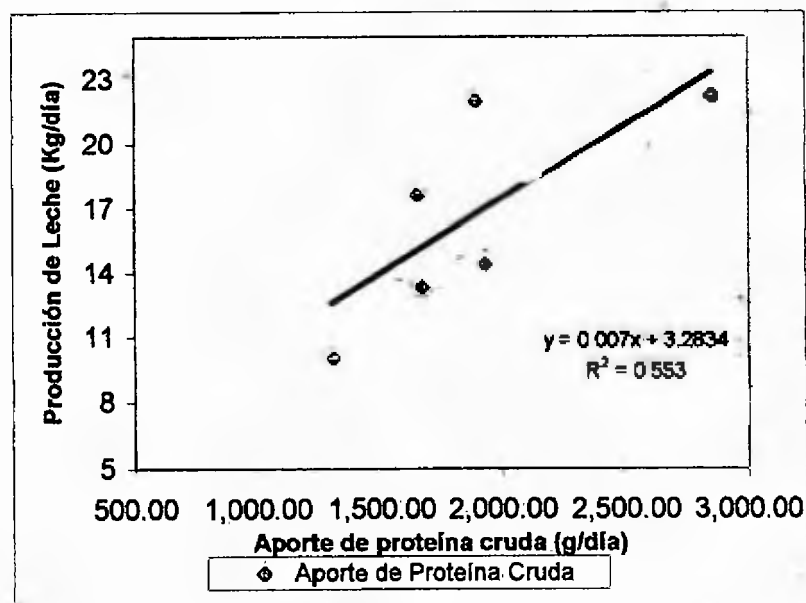
GRÁFICA No. 7.

Efecto del Aporte de Proteína Cruda Sobre la Producción de Leche en los Diferentes Sistemas de Alimentación Evaluados Para la Raza Holstein.



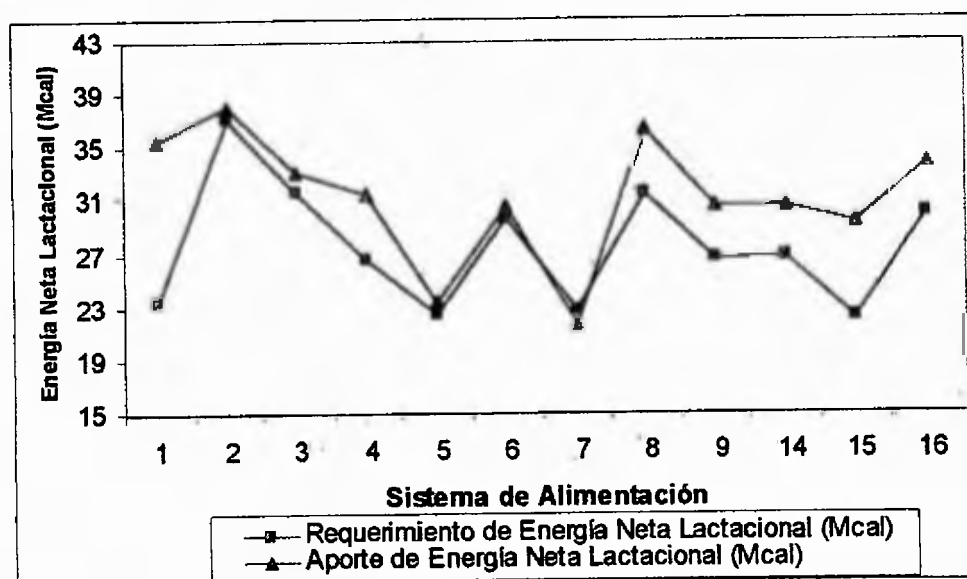
GRÁFICA No. 8.

Efecto del Aporte de Proteína Cruda Sobre la Producción de Leche en los Diferentes Sistemas de Alimentación Evaluados Para la Raza Pardo Suizo.



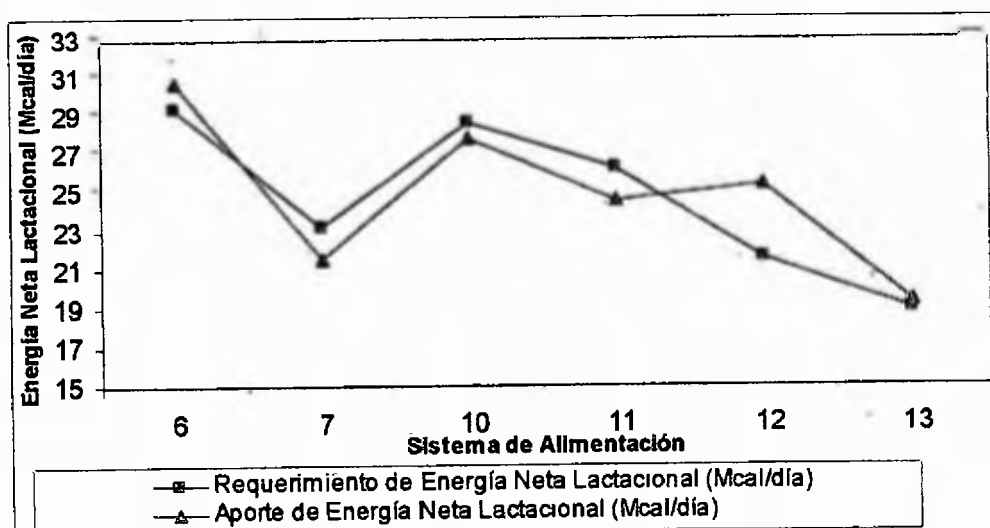
GRÁFICA No. 9.

Requerimiento y Aporte de Energía Neta Lactacional en los Diferentes Sistemas de Alimentación Evaluados Para la Raza Holstein.



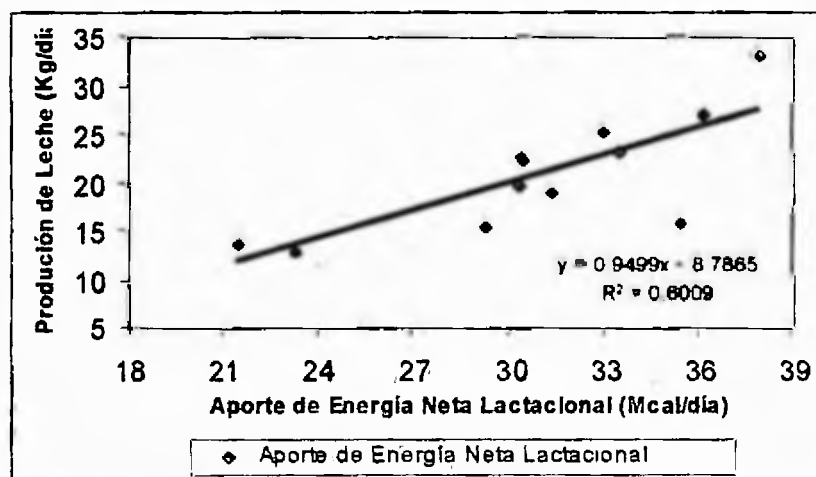
GRÁFICA No. 10.

Requerimiento y Aporte de Energía Neta Lactacional en los Diferentes Sistemas de Alimentación Evaluados Para la Raza Pardo Suizo.



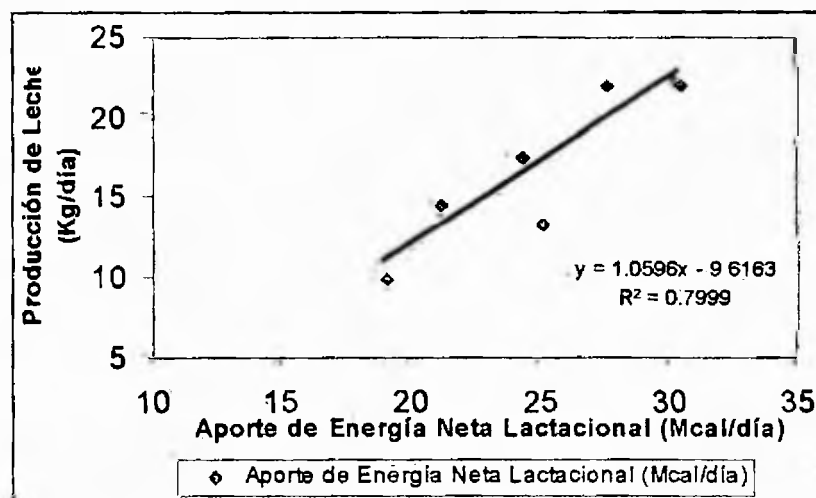
GRÁFICA No. 11.

Efecto del Aporte de Energía Neta Lactacional Sobre la Producción de Leche en los Diferentes Sistemas de Alimentación Evaluados Para la Raza Holstein.



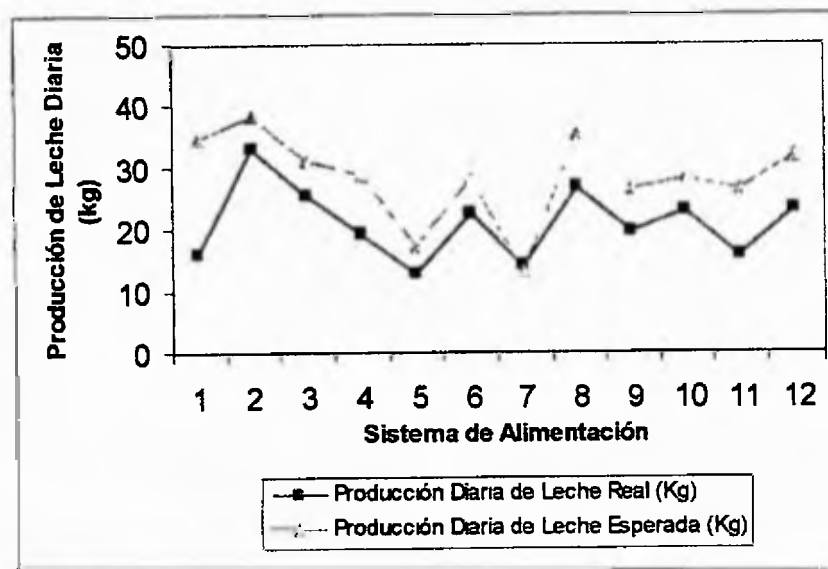
GRÁFICA No. 12.

Efecto del Aporte de Energía Neta Lactacional Sobre la Producción de Leche en los Diferentes Sistemas de Alimentación Evaluados para la Raza Pardo Suizo.



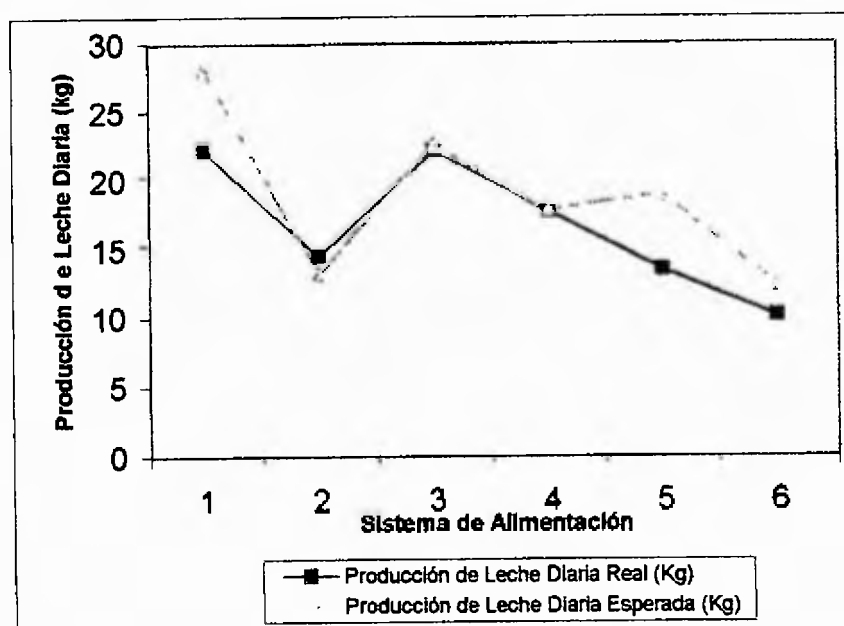
GRÁFICA No. 13.

Producción de Leche Real y Esperada en los Diferentes Sistemas de Alimentación Evaluados Para la Raza Holstein.



GRÁFICA No. 14.

Producción de Leche Real y Esperada en los Diferentes Sistemas de Alimentación Evaluados Para la Raza Pardo Suizo.



USA, 1987). Los bajos índices de producción láctea y el drástico cambio en el desempeño lactacional temprano está asociada más con éste y otros factores alimentarios y nutricionales indirectos por la deficiencia e irregularidad de los sistemas de alimentación evaluados dentro del periodo correspondiente a la época lluviosa, en donde el principal componente de la dieta lo es el forraje verde propiamente.

4.2 Índices de Producción Láctea en las Fincas y Sistemas de Alimentación Analizados.

Las fincas presentaron diferencias en los sistemas de alimentación con relación a la cantidad de alimento concentrado, consumo de forraje y manejo alimentario por sistemas de alimentación; lo cual determinó la mayor variación para la producción promedio de las fincas lecheras en los sistemas de alimentación evaluados. La producción de leche para vacas Holstein y Pardo Suizo en los diversos sistemas de producción presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), en función de la finca analizada, el estado lactacional y el sistema de alimentación. En los Cuadros **XLI** y **XLII** se muestra el análisis de varianza para producción de leche en vacas Holstein y Pardo Suizo respectivamente.

El análisis presentó un coeficiente de variación y regresión de 17.76% y 0.68 para la raza Holstein y 11.52% y 0.84 para la raza Pardo Suizo respectivamente. Igualmente, el Cuadro XLIII presenta el análisis de varianza para la producción de leche para ambas razas (Holstein y Pardo Suizo) en la Cuenca lechera de Chiriquí. Estos últimos análisis presentaron diferencias significativas ($P < 0.001$) con respecto a las fuentes de variación: finca, estado lactacional, parto, raza, sistema de alimentación y la interacción parto por el estado lactacional.

La finca 1 (**sistema 1**) presentó un promedio aritmético diario de producción de leche en los animales evaluados de 15.85 Kg. La producción de leche promedio de esta finca fue diferente con la producción de leche de las fincas 2,3,4,6 y 7 que presentaron producciones mayores. En los Cuadros XLIV y XLV se pueden observar las medias aritméticas de producción de leche en las diferentes fincas y sistemas de alimentación analizados para la raza Holstein respectivamente. Como se mencionó anteriormente, esta finca presentó una alimentación común en el alimento concentrado para todos los animales Holstein en producción.

CUADRO XXXVII. Análisis de Varianza Para el Aporte Diario de Factores Alimentarios y Nutricionales Para Vacas Holstein en Lactación en Diversos Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí.

		CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA PARA EL APORTE DIARIO DE LOS FACTORES ALIMENTARIOS Y NUTRICIONALES					
F.V.	GL	Materia Seca (lb)	Fibra Cruda (lb)	Proteína Cruda (g)	Energía Neta Lactacional (Mcal)	Calcio (g)	Fósforo (g)
Finca	5	3113.40 ***	671.64 ***	50226887.1 ***	1839.64 ***	1038098.90 ***	59884.63 ***
Sistema de Alimentación	6	1095.99 ***	4.00 ***	7362541.4 ***	982.10 ***	39615.58 ***	11602.23 ***
Estado Lactacional (días)	1	0.3504 N.S.	0.0017 N.S.	1725.7 N.S.	0.3167 N.S.	11.51 N.S.	4.09 N.S.
Partos	1	0.0277 N.S.	0.0001 N.S.	136.7 N.S.	0.0251 N.S.	0.91 N.S.	0.32 N.S.
Residuo	1224	7.49	0.78	45926.1	3.53	18.51	10.70

N.S. (P>0.05) * (P<0.05) ** (P<0.01) *** (P<0.001)

CUADRO XXXVIII. Análisis de Varianza Para el Balance Diario de Factores Alimentarios y Nutricionales Para Vacas Holstein en Lactación en Diversos Sistemas de Produccion Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí.

		CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA PARA EL BALANCE DIARIO DE LOS FACTORES ALIMENTARIOS Y NUTRICIONALES					
F.V.	GL	Materia Seca (lb)	Fibra Cruda (lb)	Proteína Cruda (g)	Energía Neta Lactacional (Mcal)	Calcio (g)	Fósforo (g)
Finca	5	2932.86 ***	458.24 ***	76194432.4 ***	3175.55 ***	1213008.20 ***	85040.97 ***
Sistema de Alimentación	6	203.60 ***	6.13 ***	1445304.3 ***	224.49 ***	14746.17 ***	3690.06 ***
Estado Lactacional (días)	1	4136.85 ***	117.38 ***	49043682.3 ***	3182.04 ***	60838.35 ***	22775.23 ***
Partos	1	13.06 N.S.	0.27 N.S.	15594.3 N.S.	0.97 N.S.	13.05 N.S.	3.55 N.S.
Residuo	1222	16.07	1.02	146758.9	10.13	145.20	58.11

N S ($P > 0.05$) * ($P < 0.05$) ** ($P < 0.01$) *** ($P < 0.001$)

CUADRO XXXIX. Análisis de Varianza Para el Aporte Diario de Factores Alimentarios y Nutricionales Para Vacas Pardo Suizo en Lactación en Diversos Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí.

		CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA PARA EL APORTE DIARIO DE LOS FACTORES ALIMENTARIOS Y NUTRICIONALES					
F.V.	GL	Materia Seca (lb)	Fibra Cruda (lb)	Proteína Cruda (g)	Energía Neta Lactacional (Mcal)	Calcio (g)	Fósforo (g)
Finca	1	151.22 ***	3.25 *	27588552.4 ***	37.78 **	10271.6 ***	284.90 ***
Sistema de Alimentación	4	1466.96 ***	61.82 ***	5377441.0 ***	851.74 ***	24832.9 ***	5890.49 ***
Estado Lactacional (días)	1	1572.20 ***	37.10 ***	9425448.9 ***	1132.95 ***	28057.29 ***	8719.62 ***
Partos	1	15.12 N.S.	0.02 N.S.	1598705.8 ***	0.18 N.S.	1585.25 ***	2.21 N.S.
Residuo	421	10.95	0.84	34515.81	5.03	26.34	11.20

N S. (P>0.05) * (P<0.05) ** (P<0.01) *** (P<0.001)

CUADRO XL. Análisis de Varianza Para el Balance Diario de Factores Alimentarios y Nutricionales Para Vacas Pardo Suizo en Lactación en Diversos Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí.

		CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA PARA EL BALANCE DIARIO DE LOS FACTORES ALIMENTARIOS Y NUTRICIONALES					
F.V.	GL	Materia Seca (lb)	Fibra Cruda (lb)	Proteína Cruda (g)	Energía Neta Lactacional (Mcal)	Calcio (g)	Fósforo (g)
Fincá	1	487.93 ***	21.84 ***	11874359.2 ***	11.88 N.S.	9380.67 ***	24.2 N.S.
Sistema de Alimentación	4	991.70 ***	60.07 ***	3269254.9 ***	447.87 ***	10516.8 ***	2060.1 ***
Estado Lactacional (días)	1	131.97 **	3.86 *	1083640.4 ***	76.29 ***	1460.01 ***	528.07 ***
Partos	1	5.99 N.S.	0.15 N.S.	37685.56 N.S.	1.74 N.S.	1.48 N.S.	0.47 N.S.
Residuo	421	14.60	0.95	63967.84	7.08	57.67	22.48

N.S (P>0.05) * (P<0.05) ** (P<0.01) *** (P<0.001)

CUADRO XLI. Análisis de Varianza Para la Producción y Composición Láctea en Vacas Holstein en Diversos Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí.

CUADROS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA PARA LA PRODUCCION Y COMPOSICION QUIMICA LACTEA									
F.V.	GL	Producción de Leche (Kg)	Punto de Congelación °C	pH meq	Densidad mg/dl	Sólidos Totales %	Grasa %	Proteína %	Lactosa %
Finca	5	1981.98 ***	0.116 ***	19.24 ***	32.68 ***	18.37 ***	17.49 ***	0.328 **	0.253 ***
Sistema de Alimentación	6	798.92 ***	0.005 N.S.	5.28 ***	15.87 ***	3.03 **	2.86 ***	0.689 ***	0.159 ***
Estado Lactacional (días)	1	7215.18 ***	0.356 **	231.89 ***	270.29 ***	56.23 ***	30.54 ***	13.94 ***	3.95 ***
Parto	1	2.52 N.S.	0.214 ***	0.0851 N.S.	88.39 ***	2.87 N.S.	0.302 N.S.	0.024 N.S.	2.42 ***
Residuo	1222	12.92	0.045	1.38	3.14	0.857	0.587	0.096	0.039

N S. (P>0.05) * (P<0.05) ** (P<0.01) *** (P<0.001)

CUADRO XLII. Análisis de Varianza Para la Producción y Composición Láctea en Vacas Pardo Suizo en Diversos Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí.

CUADROS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA PARA LA PRODUCCION Y COMPOSICION QUIMICA LACT									
F.V.	GL	Producción de Leche (Kg)	Punto de Congelación °C	pH meq	Densidad mg/dl	Sólidos Totales %	Grasa %	Proteína %	Lactosa %
Finca	1	269.19 ***	0.008 N.S.	69.83 ***	31.73 ***	28.96 ***	1.92 **	1.52 ***	0.35 **
Sistema de Alimentación	4	606.81 ***	0.012 ***	12.53 ***	7.96 N.S.	20.84 ***	10.32 ***	1.13 ***	0.10 **
Estado Lactacional (días)	1	184.88 ***	0.001 N.S.	24.19 ***	68.95 ***	10.69 **	15.13 ***	3.43 ***	2.10 ***
Parto	1	0.209 N.S.	0.014 ***	20.78 ***	7.27 N.S.	19.92 ***	19.20 ***	1.31 ***	0.12 **
Residuo	421	2.57	0.001	1.89	6.02	1.47	1.34	0.067	0.046

N.S (P>0.05) * (P<0.05) ** (P<0.01) *** (P<0.001)

CUADRO XLIII. Análisis de Varianza Para la Producción y Composición Láctea Para Vacas Holstein y Pardo en Lactación en Diversas Fincas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí

CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA PARA LA PRODUCCION Y COMPOSICION QUIMICA LA									
F.V.	GL	Producción de Leche (Kg)	Punto de Congelación °C	pH meq	Densidad mg/dl	Sólidos Totales %	Grasa %	Protelna %	Lactosa %
Finca	6	759.91 ***	0.2000 ***	15.87 ***	21.95 ***	16.07 ***	11.57 ***	0.395 ***	0.242 ***
Finca (Sist. Aliment.)	9	369.50 ***	0.0535 N.S.	3.68 ***	14.68 ***	7.47 ***	4.03 ***	0.673 ***	0.169 ***
Raza	1	18.96 ***	0.0244 N.S.	5.57 **	46.01 ***	27.47 ***	2.39 ***	1.696 ***	0.467 ***
Parto	9	84.41 ***	0.0599 **	9.12 ***	14.96 ***	2.76 ***	1.55 ***	0.506 ***	0.331 ***
Estado Lactacional (semanas)	48	122.42 ***	0.0359 N.S.	8.75 ***	16.21 ***	4.33 ***	2.90 ***	0.864 ***	0.214 ***
Parto*Estado Latacional	218	33.68 ***	0.0566 ***	4.82 ***	10.75 ***	2.95 ***	2.44 ***	0.193 ***	0.108 ***
Error	1373	5.76	0.0287	0.74	2.38	0.60	0.47	0.043	0.024

N S (P>0.05) * (P<0 05) ** (P<0.01) *** (P<0.001)

Cuadro XLIV. Medias Aritméticas para la Producción de Leche y su Composición Diaria para Vacas Holstein en Lactación en Diversos Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí.

Finca	PRODUCCION LACTEA Y SU COMPOSICION QUIMICA DIARIA								
	Prod. de Leche (Kg)	Punto de Congelación °C	pH meq	Densidad mg/dl	Sólidos Totales %	Grasa %	Proteína %	Lactosa %	Urea mg/dl
1	15.85	0.559	6.92	1,029.68	11.92	3.42	2.99	4.42	65.60
2	23.69	0.497	7.19	1,029.53	12.71	4.14	3.08	4.42	61.21
3	16.30	0.506	7.71	1,030.32	12.15	3.53	3.14	4.47	60.58
4	23.39	0.490	6.66	1,030.04	11.97	3.48	2.96	4.49	58.33
6	16.90	0.502	6.76	1,031.17	11.59	2.97	3.15	4.49	50.54
7	23.08	0.499	6.69	1,029.63	12.30	3.77	3.07	4.40	61.03

Cuadro XLV. Medias Aritméticas para la Producción de Leche y su Composición Diaria para Vacas Holstein en Lactación en Diversos Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí.

Sistema de Alimentación	PRODUCCION LACTEA Y SU COMPOSICION QUIMICA DIARIA								
	Prod. de Leche (Kg)	Punto de Congelación °C	pH meq	Densidad mg/dl	Sólidos Totales %	Grasa %	Proteína %	Lactosa %	Urea mg/dl
1	15.85	0.559	6.92	1,029.67	11.92	3.42	2.99	4.42	65.60
2	33.00	0.481	6.17	1,030.37	11.88	3.45	2.79	4.58	57.79
3	25.24	0.494	7.02	1,030.05	12.68	4.08	3.10	4.45	61.35
4	19.00	0.500	7.82	1,028.73	12.96	4.41	3.07	4.36	59.12
5	12.66	0.531	8.15	1,027.80	13.64	4.89	3.43	4.20	70.28
6	22.26	0.492	6.96	1,030.50	12.05	3.55	2.95	4.54	64.32
7	13.72	0.512	8.03	1,030.24	12.19	3.52	3.23	4.44	58.96
8	26.71	0.486	6.51	1,030.17	11.91	3.45	2.93	4.52	57.32
9	19.45	0.495	6.82	1,029.88	12.03	3.52	3.00	4.46	59.53
14	22.66	0.496	6.12	1,030.54	11.49	3.03	2.87	4.56	49.01
15	15.30	0.504	6.93	1,031.34	11.62	2.95	3.23	4.47	50.96
16	23.08	0.499	6.69	1,029.63	12.30	3.77	3.07	4.40	61.04

El sistema utilizado presentó un exceso de nutrientes, principalmente proteína, pero la producción láctea alcanzada no fue la más alta entre las fincas. La relación forraje vs concentrado promedio en términos de materia seca de la ración fue de 50:50, la cual se puede aceptar para los animales de mayor producción dados sus requerimientos nutricionales (**ver Cuadro XLVI**). El sistema de alimentación usado en esta finca no fue el más adecuado, por lo que se amerita una distribución de los ingredientes (concentrado) por nivel de producción con sus respectivos ajustes según la disponibilidad y el consumo de forraje.

La producción láctea diaria promedio en la finca 2 fue 23.69 Kg/día, sin embargo, el promedio para los **sistemas de alimentación 2,3,4 y 5** utilizados fue 33.00, 25.24, 19.00 y 12.66 Kg respectivamente. Como se mencionó anteriormente la finca 2 presentó 4 sistemas de alimentación para brindar el concentrado antes y durante la hora del ordeño de acuerdo al nivel de producción de los animales. El uso estratégico del alimento concentrado y el buen consumo de pasto en los animales influyó para que obtuviera uno de las mayores producciones de leche promedio en los animales de la raza Holstein entre las fincas y los sistemas de alimentación.

Cuadro XLVI. Indicadores Alimentarios y Nutricionales de las Raciones en los Sistemas de alimentación para vacas en lactación utilizadas en la Cuenca Lechera de la provincia de Chiriquí.

Sistema de Alimentación	Forraje (% de la MS)	Concentrado (% de la MS)	Energía Neta Lactacional (Mcal/Kg MS)	Proteína Cruda (%)	Fibra Cruda (%)
1	49.70	50.30	1.85	20.55	15.33
2	44.04	55.96	1.83	16.57	16.00
3	49.99	50.01	1.81	16.62	17.41
4	52.51	47.49	1.80	16.68	18.01
5	67.35	32.65	1.72	17.11	21.22
6	47.82	52.18	1.86	17.50	15.74
7	65.15	34.85	1.79	16.28	19.58
8	44.89	55.11	1.85	18.10	15.85
9	53.21	46.79	1.81	18.54	17.34
10	47.52	52.48	1.70	11.78	17.04
11	49.58	50.42	1.68	11.55	17.55
12	55.50	44.50	1.63	10.93	18.95
13	50.66	49.34	1.68	11.62	17.37
14	60.43	39.57	1.77	15.85	18.58
15	62.28	37.72	1.76	15.19	19.30
16	56.36	43.64	1.71	16.93	23.74

Se observó la superioridad en producción de leche en la raza Holstein coincidiendo con la categorización biolactacional en principio (Wilcox et al 1979). La relación forraje vs concentrado promedio en términos de materia seca de la ración para los sistemas de alimentación 2,3,4 y 5 fue de 44: 56, 50:50, 52: 48 y 67:33 respectivamente. Con ésta proporción de materia seca de los ingredientes de la ración se presentó una pequeña deficiencia de materia seca, fibra cruda y proteína en los animales de mayor producción (> 22Kg)

La finca 3 presentó una producción láctea diaria promedio de 16.30 y 16.44 Kg para las razas Holstein y Pardo Suizo respectivamente. El promedio de producción láctea para los **sistemas 6 y 7** (alta y baja producción) de los animales de la raza Holstein evaluados fue de 22.26 y 13.72Kg respectivamente; sin embargo, para la raza Pardo Suizo fue de 22.00 y 14.27 Kg respectivamente. La producción de leche promedio de esta finca para la raza Holstein fue diferente con la producción de leche de las fincas 2,4,6 y 7 que presentaron producciones mayores, pero producciones menores que en la finca 1. En los **Cuadros XLVII y XLVIII** se pueden observar las medias aritméticas de producción de leche en las diferentes fincas y sistemas de alimentación analizados para la raza Pardo Suizo respectivamente.

Cuadro XLVII. Medias Aritméticas para la Producción de Leche y su Composición Química Diaria para Vacas Pardo Suizo en Lactación en Diversos Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí.

Finca	PRODUCCION LACTEA Y SU COMPOSICION QUIMICA DIARIA									
	Prod. de Leche (Kg)	Punto de Congelación °C	pH meq	Densidad mg/dl	Sólidos Totales %	Grasa %	Proteína %	Lactosa %	Urea mg/dl	
3	16.44	0.519	8.33	1,031.84	12.74	3.56	3.33	4.61	63.23	
5	13.21	0.504	7.09	1,030.92	12.17	3.46	3.19	4.51	54.53	

Cuadro XLVIII. Medias Aritméticas para la Producción de Leche y su Composición Química Diaria para Vacas Pardo Suizo en Lactación en Diversos Sistemas de Producción Lechera Grado A en la Provincia de Chiriquí.

Sistema de Alimentación	PRODUCCION LACTEA Y SU COMPOSICION QUIMICA DIARIA									
	Prod. de Leche (Kg)	Punto de Congelación °C	pH meq	Densidad mg/dl	Sólidos Totales %	Grasa %	Proteína %	Lactosa %	Urea mg/dl	
6	22.00	0.505	7.87	1,031.89	12.44	3.12	3.19	4.64	62.88	
7	14.27	0.524	8.51	1,031.82	12.86	3.73	3.38	4.60	63.37	
10	21.92	0.486	6.45	1,030.75	10.63	2.16	2.82	4.49	45.00	
11	17.50	0.479	6.07	1,030.75	11.25	2.73	2.89	4.54	51.69	
12	13.27	0.505	7.13	1,031.12	12.05	3.39	3.18	4.51	55.07	
13	9.86	0.518	7.69	1,030.53	12.96	4.06	3.41	4.50	56.54	

La relación forraje vs concentrado promedio en términos de materia seca de la ración fue de 48:52 y 65:35 para los sistemas 6 (alta) y 7 (baja) respectivamente. La producción de leche diaria promedio alcanzada en esta finca (16.35Kg) se pudo deber a la utilización de aditivos (grasa pasante y probiótico) y a la alta dependencia del concentrado principalmente en los animales de alta producción. La adición de grasa pasante en la dieta de vacas de alta producción pudo haber ocasionado una respuesta positiva, ya que una parte importante del aumento en la producción de leche es debido al mayor consumo de energía (NRC, 1978). Por otra parte, el probiótico pudo facilitar las condiciones ruminales e intestinales, incrementando la tasa de degradación de la fibra en el rumen y a su vez el flujo de proteína microbiana hacia el intestino delgado (Martín y Nisbet, 1992). Según Schroeder et al, (2002), la suplementación de 200 gramos de grasa inerte puede aumentar la producción de leche en 1.43 Kg/día.

La finca 4 presentó una producción láctea diaria promedio de 23 39 Kg. El promedio de producción láctea para los **sistemas 6 y 7** (alta y baja producción) de los animales de la raza Holstein fue de 26.71 y 19.45 Kg. La producción de leche promedio de esta finca fue una de las más altas al igual que las finca 2 y 7 que presentaron promedios similares. Hay que mencionar que esta finca presentó la segunda mayor producción aritmética de leche

promedio entre las fincas evaluadas (Ver Cuadro 18). Esto fue relacionado con un mayor consumo de forraje y balance positivo de nutrientes favoreciendo así la producción de leche. El estado nutricional de los animales presentó una pequeña deficiencia de fibra cruda en vacas de alta producción debido posiblemente al bajo porcentaje de materia seca del forraje consumido; que igualmente evidenció excedente proteína en los animales de baja producción. La relación forraje vs concentrado promedio en términos de materia seca de la ración fue de 45:55 y 53:47 para los sistemas 8 y 9 respectivamente. El alto nivel de alimento concentrado para las vacas de alta producción fue determinante nutricionalmente para alcanzar los rendimientos señalados.

La finca 5 presentó un promedio aritmético diario de producción de leche en los animales evaluados de 13.21 Kg; sin embargo, el promedio para los **sistemas de alimentación 10, 11, 12 y 13** utilizados fue 21.92, 17.50, 13.27 y 9.86 Kg respectivamente. Cabe mencionar que esta finca presentó la menor producción de leche entre los sistemas de alimentación evaluados. Como se mencionó anteriormente la finca 5 presentó 4 sistemas de alimentación para brindar el concentrado antes y durante la hora del ordeño de acuerdo al nivel de producción de los animales. La baja producción de leche promedio de la finca se debe principalmente a la baja disponibilidad de forraje y topografía irregular del área de pastoreo (gasto energético de locomoción) que disminuyen la cantidad de nutrientes que se dedica a la producción de leche debido a que

parte de éstos se dirigen hacia su requerimiento de mantenimiento. El estado nutricional de los animales presentó una deficiencia de materia seca, fibra cruda, proteína y energía en los animales de mayor producción, lo que implica dichos nutrientes para alcanzar mayores producciones. Esta finca es una de las pocas que utiliza el ensilaje de maíz como una forma de suplementar el bajo aporte de nutrientes que brinda el forraje durante las horas de pastoreo. La relación forraje:concentrado promedio en términos de materia seca de la ración fue de 48:52, 50:50, 55:45 y 51:49 para los cuatro sistemas de alimentación respectivamente. Estos niveles son relativamente altos al cotejarse con la producción de leche (Miller, 1986), no obstante, son tolerables en alimentación ya que los sistemas de alimentación tropicales hacen énfasis en un forraje de bajo contenido en materia seca (Araúz, 2000).

La finca 6 presentó un promedio aritmético de producción de leche en los animales evaluados de 16.90 Kg. El promedio de producción láctea para los **sistemas 14 y 15** (alta y baja producción) de los animales de la raza Holstein evaluados fue de 22.66 y 15.30 Kg respectivamente. El estado nutricional de ambos lotes evidenció un balance proximal positivo para todos los nutrientes analizados guardando una buena relación con los rendimientos de producción. La relación forraje:concentrado promedio en términos de materia seca de la ración fue de 60:40 y 62:38 para los lotes de alta y baja producción respectivamente. Parte de los buenos rendimientos que se encontraron se debió

a la buena producción de pasto en las cuadras, topografía plana en el área de pastoreo y una relación conservadora nutricionalmente sobre la base alimentaria del aporte de materia seca a partir del forraje verde.

La finca 7 (**sistema 16**) presentó un promedio aritmético de producción de leche diaria en los animales evaluados de 23.08 Kg. La producción de leche de esta finca, así como la de la finca 2 y 4 presentaron las mayores producciones promedios en los animales evaluados. La relación forraje:concentrado promedio en términos de materia seca de la ración fue de 56:44. Esta finca presentó en sus sistemas de alimentación un ofrecimiento estándar del concentrado a la hora del ordeño e igualmente la inclusión de ensilaje de maíz para aumentar el aporte de materia seca, fibra y energía en la dieta de los animales. El estado nutricional de las vacas en producción presentó un balance negativo de materia seca, proteína y energía en los animales de mayor producción, lo que sugiere un mayor ofrecimiento adicional de nutrientes para compensar los mayores requerimientos de los mismos; sin embargo se presentó un exceso de proteína en los animales de menor producción por sus menores necesidades. Se hace necesario un ofrecimiento del concentrado por producción en la finca con la finalidad de aportar la cantidad de factores alimentarios y nutricionales de acuerdo al requerimiento de los animales. Hay que mencionar que esta finca presentó la tercera mayor producción de leche promedio. Es importante considerar el plano nutricional como una herramienta

fundamental para la producción de leche, lo cual debe ajustarse y corregirse para evitar deficiencias o excesos de los principales nutrientes del ganado lechero (Miller, 1986; Davis, 1986 y Collier, 1985).

4.2 Relación de la Producción de Leche y los Nutrientes.

La alimentación de vacas lecheras de alta producción bajo condiciones de pastoreo es de naturaleza compleja debido a las múltiples interacciones entre el animal y el ambiente (Staples et al, 1998). No obstante, es posible hacer una relación entre el plano nutricional y los parámetros de producción y composición láctea (Bath y col., 1986; Miller, 1986; David, 1989).

Al observar las medias aritméticas de la producción de leche diaria para ambas razas se evidencia claramente que las fincas 2, 4 y 7 al presentar vacas de mayor peso corporal y un buen consumo de pasto; presentaron a una mayor producción láctea (ver **Cuadro X y XII**) Estos resultados se pudieron corroborar por medio de la comparación de medias según Duncan para la raza Holstein en donde las fincas antes mencionadas no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en la producción de leche (ver **anexo 2**), pero sí presentando diferencias con el resto de las fincas. El contraste analizado para el nivel de producción de leche alto ($> 20\text{kg}$) y bajo ($< 20\text{kg}$) presentó igualmente diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$) entre las fincas (**anexo 3**) Hodgson y Reed (1980) manifiestan que las vacas de más alzada son las que

mayor cantidad de leche debido a la mayor capacidad para digerir grandes cantidades de alimentos y convertirlos en leche. El porcentaje de proteína en la materia seca de la ración para el sistema 2,3,4 y 5 de la finca 2 fue 16.57, 16.62, 16.68 y 17.11 % respectivamente, para el sistema 8 y 9 de la finca 4 fueron de 18.10 y 18.54 y para el sistema 16 de la finca 7 fue de 16.93% respectivamente (ver **Cuadro XLVI**). El porcentaje de proteína cruda encontrada en estas fincas fue muy similar a los recomendados por Davis (1989) Se recomienda 17 a 19 % de proteína en la materia seca total, utilizando el mayor valor en las raciones para las vacas al inicio del período lactacional.

Hay que mencionar que los porcentajes de fibra cruda y la concentración energética de la ración fueron muy parecidos a los recomendados por Guthrie (1997), en la alimentación de la vaca lechera con un porcentaje de fibra cruda entre 17 y 23% y una concentración energética de 1.72 a 1.78 Mcal/kg de materia seca.

Al relacionar la producción de leche con el consumo de materia seca se puede observar que los sistemas 2 y 3 de la finca 2 presentaron la mejor eficiencia de conversión alimenticia con 1.59 y 1.38 respectivamente (ver **Cuadro XLIX y L**); guardando esto una relación estrecha con el potencial lechero, la ingestión de materia seca y el manejo general utilizado

Según Castle y Watkins (1988), el desplazamiento de una curva de lactación normal requiere un ajuste de la alimentación para satisfacer las necesidades nutricionales y evitar el desgaste excesivo de las reservas corporales de la vaca lechera. El balance energético negativo en la etapa inicial de la lactancia en las vacas lecheras predispone a los animales a sufrir desórdenes metabólicos (Green et al, 1999) y reproductivos (Butler y Smith, 1989). Según Judkins (1987), la máxima producción diaria de leche se alcanza entre la tercera y sexta semana después del parto y luego se produce un descenso gradual en la producción durante el resto de la lactación.

Cuadro XLIX. Promedios Diarios de la Producción de Leche, Eficiencia de Conversión Alimenticia y Rendimientos de los Componentes Lácteos más Importantes en los Sistemas de Alimentación analizados para la raza Holstein en la Cuenca Lechera de la provincia de Chiriquí.

Sistema de Alimentación	Ingestión de Materia Seca (IMS) (Kg/día)	Producción de Leche Diaria (Kg/día)	Eficiencia de Conversión Alimenticia %	Rendimiento Diario de Grasa (g)	Rendimiento Diario de Proteína (g)	Rendimiento Diario de Sólidos Totales (g)
1	19.16	15.85	0.83	542.07	473.92	1,889.32
2	20.74	33.00	1.59	1,138.50	920.70	3,920.40
3	18.28	25.24	1.38	1,029.79	782.44	3,200.43
4	17.41	19.00	1.09	837.90	583.30	2,462.40
5	13.56	12.66	0.93	619.07	434.24	1,726.82
6	16.38	22.26	1.36	790.23	656.67	2,682.33
7	12.00	13.72	1.14	482.94	443.16	1,672.47
8	19.61	26.71	1.36	921.49	782.60	3,181.16
9	16.80	19.45	1.16	684.64	583.50	2,339.83
14	17.13	22.66	1.32	686.60	650.34	2,603.63
15	16.60	15.30	0.92	451.35	494.19	1,777.86
16	19.60	23.08	1.18	870.12	708.56	2,838.84

Cuadro L. Promedios Diarios de la Producción de Leche, Eficiencia de Conversión Alimenticia y Rendimientos de los Componentes Lácteos más Importantes en los Sistemas de Alimentación analizados para la raza Pardo Suizo en la Cuenca Lechera de la provincia de Chiriquí.

Sistema de Alimentación	Ingestión de Materia Seca (IMS) (Kg/día)	Producción de Leche Diaria (Kg/día)	Eficiencia de Conversión Alimenticia %	Rendimiento Diario de Grasa (g)	Rendimiento Diario de Proteína (g)	Rendimiento Diario de Sólidos Totales (g)
6	16.38	22.00	1.34	686.40	701.80	2,736.80
7	12.00	14.27	1.19	532.27	482.33	1,835.12
10	16.19	21.92	1.35	473.47	618.14	2,330.10
11	14.42	17.50	1.21	477.75	505.75	1,968.75
12	15.42	13.27	0.86	449.85	421.99	1,599.03
13	11.33	9.86	0.87	400.32	396.23	1,277.85

Las medias aritméticas de producción de leche para las razas Holstein y Pardo Suizo fueron de 20.24 y 13.93 Kg/día respectivamente (ver **Cuadro LI**), siendo las mismas altamente significativas ($P < 0.01$) al compararlas según Duncan (**anexo 4**). Se pudo comprobar y observar claramente la superioridad de la raza Holstein en los sistemas de producción lechera en nuestro país.

Cuadro LI. Media General Aritmética para la Producción de Leche y su Composición Química Diaria para la raza Holstein y Pardo Suizo en lactación en la Cuenca Lechera de la provincia de Chiriquí.

Raza	PRODUCCION LACTEA Y SU COMPOSICION QUIMICA DIARIA								
	Prod. de Leche (Kg)	Punto de Congelación °C	pH meq	Densidad mg/dl	Sólidos Totales %	Grasa %	Proteína %	Lactosa %	Urea mg/dl
Holstein	20.24	0.509	6.92	1,030.01	12.10	3.55	3.06	4.44	59.72
Pardo Suizo	13.93	0.507	7.37	1,031.12	12.30	3.48	3.22	4.53	56.48

Por otro lado, hay que mencionar que la menor producción de leche fue presentada por las fincas 5, 1, 3 y 6, las cuales tuvieron producciones de 13.21, 15.85, 16.35 y 16.90 Kg/día respectivamente. Por medio de la comparación de medias según Duncan para la raza Holstein la finca 3 y 6 no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$), sin embargo, si fueron diferentes de la finca

1 ($P < 0.01$) la cual presentó la menor producción (**anexo 2**). La comparación de medias en la producción de leche para la raza Pardo Suizo presentó diferencias significativas ($P < 0.01$) para los animales de la finca 5 y 3, siendo esta última la de menor producción (**anexo 5**). La baja producción de la finca 1 pudo estar asociada con un balance positivo excesivo de nutrientes en la ración. La misma presentó uno de los más altos porcentajes de proteína en el pasto (23.11%). Las cantidades más altas de proteína pueden disminuir la eficiencia de utilización de la energía, debido a la cantidad utilizada para metabolizarla y eliminar el exceso de nitrógeno (Miller, 1989), ampliando a su vez la necesidad de agua para el mantenimiento excretorio y la excreción de sustancias nitrogenadas endógena en particular (Araúz, 1998). Los posibles frecuentes desbalances entre la energía y la proteína conducen a menudo a un balance negativo de energía y en muchos casos a excesos de proteína muy degradable en las dietas (Waghorn and Barry, 1987). La sobrealimentación de carbohidratos no fibrosos (subalimentación de fibra) limitará el consumo de energía, redundando en un pico menor de rendimiento de leche así como en la producción durante la lactancia y ocasionando una mayor dificultad para concebir (Davis, 1979). De allí que se infiere la necesidad de ajustar el concentrado en función del nivel de producción y la biología lactacional, con especial atención al aspecto económico (Minson, 1991). Esta finca (sistema 1) presentó la eficiencia de conversión alimenticia más baja (0.83)

La finca 3 (sistema 6 y 7) y 6 (sistema 14 y 15) presentaron una buena producción promedio de leche; manteniendo un buen consumo de pasto, una buena relación forraje vs concentrado principalmente en la finca 6 y un manejo alimentario aceptable. Hay que mencionar que el sistema de alimentación 6 utilizó grasa pasante (energy booster) como fuente adicional de energía, al igual que el procreatin como mejorador de la fermentación ruminal y aprovechamiento de nutrientes vía digestiva y absorbiva. Este sistema presentó la tercera mejor eficiencia de conversión alimenticia (1.36) pero no así los sistemas 14 y 15 que presentaron una eficiencia de 1.32 y 0.92.

Los animales de la finca 5 fueron las que presentaron la menor producción de leche promedio de las fincas evaluadas debido fundamentalmente al bajo consumo de pasto (3.19 % del peso vivo) y a las condiciones topográficas adversas para la producción de leche (quebradas). Según Araúz (1997), toda aquella explotación con una disponibilidad de forraje verde inferior a 6.5 % del peso vivo por animal en ordeño son catalogadas como deficientes en términos de forraje verde. La baja disponibilidad y consumo de pasto en esta finca trajo como consecuencia un bajo consumo de proteína y energía neta lactacional en la dieta, e igualmente la eficiencia de conversión alimenticia promedio fue una de las más bajas (1.07) entre las fincas evaluadas. Esto constituye una limitación compleja que afecta el metabolismo y el proceso

de la lactación, comprometiendo así el uso de las reservas corporales y el normal funcionamiento glandular y reproductivo.

El consumo de pasto encontrados en las fincas estuvo en un rango de 35 a 95 libras/animal/día (**Cuadro X**), correspondiendo a un consumo entre 3.19 a 8.30% del peso vivo. Se pudo observar que solamente el 71% de las fincas evaluadas presentaron un buen consumo de pasto; por lo que, se hace necesario mejorar las condiciones de las áreas de pastoreo con la finalidad de brindar una mayor cantidad de forraje abaratando los costos de producción en la finca. Según Chilbroste (1999), la pastura es el componente principal de la base alimenticia de la vaca lechera, la manipulación de la cantidad y el tipo de nutrientes disponibles para el rumiante basados en el control del proceso de pastoreo, aparece como la vía tecnológica con mayor potencial de lograr cambios en la cantidad y calidad del producto obtenido sin variar en forma significativa los costos de producción.

El bajo consumo de materia seca ha sido identificado como la principal limitante en la producción de leche para las vacas de alta producción en los sistemas pastoriles (Kolver and Muller, 1998). El consumo de materia seca es importante en la nutrición porque

establece la cantidad de nutrientes disponibles para el animal en cuanto a su mantenimiento y producción (Allen, 1996).

El contenido de materia seca en forma de concentrado en la ración de los sistemas de alimentación evaluados (**Cuadro XLVI**) fue de 32 a 56%. Según Schmidt y Van Vleck (1974), para obtener los mejores rendimientos, las vacas en producción no deben recibir más del 55% de la materia seca total en forma de concentrado y por lo menos 45 % en forma de forraje o alimentos groseros. Normalmente, la administración de más del 60% de concentrado tiende a reducir la producción total de leche, el porcentaje de grasa y provoca trastornos digestivos y metabólicos (NRC, 1978). Según Gibb et al., (2002) a fin de evitar problemas metabólicos como la acidosis clínica o subclínica no es recomendable suplementar mas de 10 kg de concentrado por día (más del 50% del consumo de materia seca de la dieta).

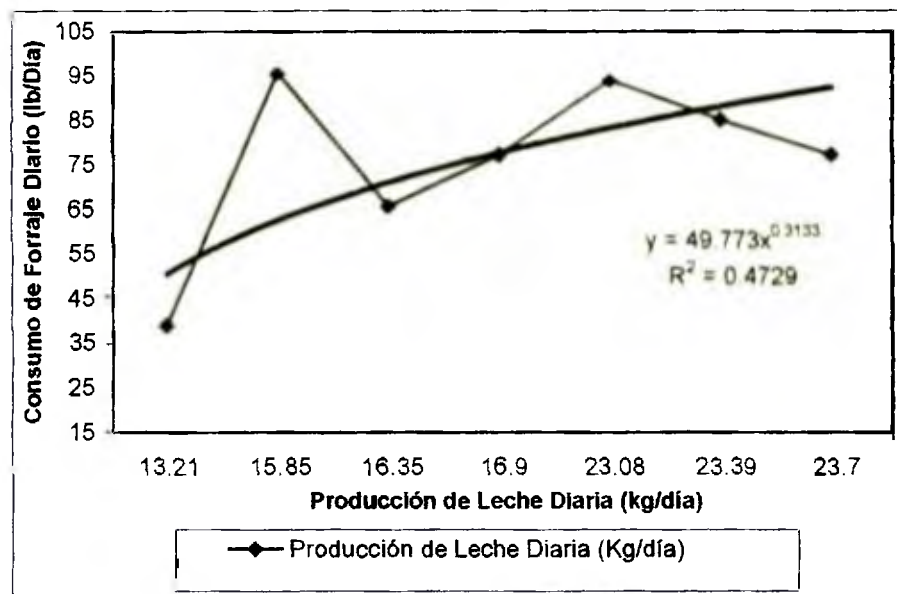
El análisis del potencial lechero de las dietas utilizadas indica que la mayor limitante fue de carácter alimentario y correspondió a la materia seca en todos los sistemas. La misma fue seguida por la energía neta y por último el aporte total de proteína en base a la proyección de la producción láctea sobre los requerimientos para el mantenimiento corporal incluyendo los ajustes de locomoción por

nuestros sistemas como trópico húmedo y donde no se utiliza la estabulación sino el pastoreo controlado y rotativo propiamente. Es conocido que si no se atienden convenientemente los requerimientos nutricionales en las diferentes etapas de la lactación se altera no solo la producción en la lactancia total sino también la composición química de la leche (Broster and Broster, 1984).

La relación de la producción de leche con respecto al consumo de forraje (**gráfica No. 15**) mostró una tendencia o regresión potencial indicando que al aumentar el consumo de pasto, aumentó proporcionalmente la producción de leche, resultando en la expresión potencial $Y = 49.773x^{0.3133}$. La tendencia de regresión polinomial $Y = 15.33 - 0.0214X + 0.1464 X^2$ resultó para la relación consumo de concentrado y producción de leche como se observa en la **gráfica No. 16**. En las **gráficas No. 17 y 18**, también se observa la tendencia del consumo de materia seca y energía neta lactacional con respecto a la producción de leche de ambas razas (Holstein y Pardo Suizo), por lo que se puede manifestar que al aumentar el consumo de materia seca y energía neta lactacional en la dieta se produjo un aumento en la producción de leche del sistema evaluado. Como era de esperarse el análisis de varianza para el aporte o consumo de forraje y concentrado en la dieta para la raza Holstein y

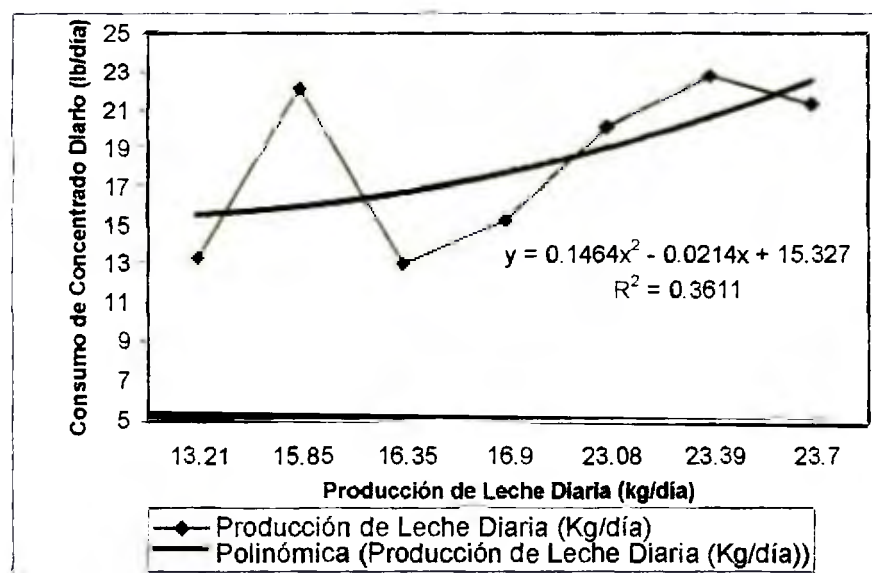
GRÁFICA No. 15.

Efecto del Consumo de Forraje Sobre la Producción de Leche en las Diferentes Fincas Evaluadas de la Cuenca Lechera de Chiriquí.



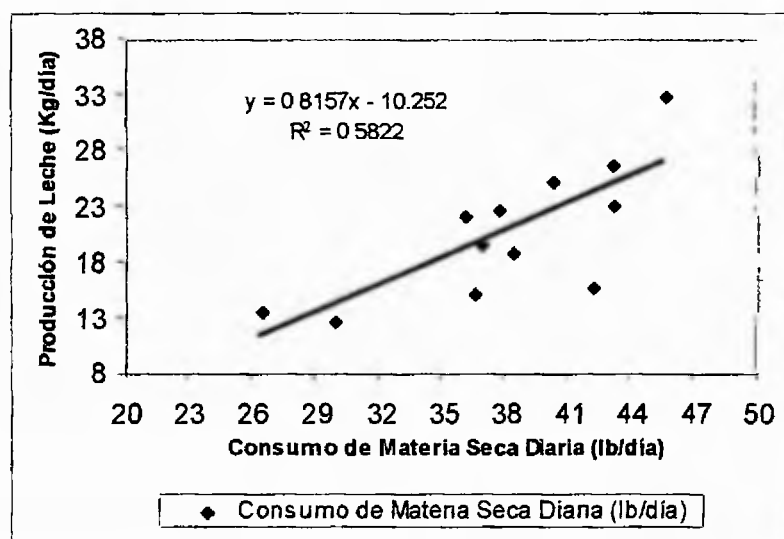
GRÁFICA No. 16.

Efecto del Consumo de Concentrado Sobre la Producción de Leche en las Diferentes Fincas Evaluadas de la Cuenca Lechera de Chiriquí.



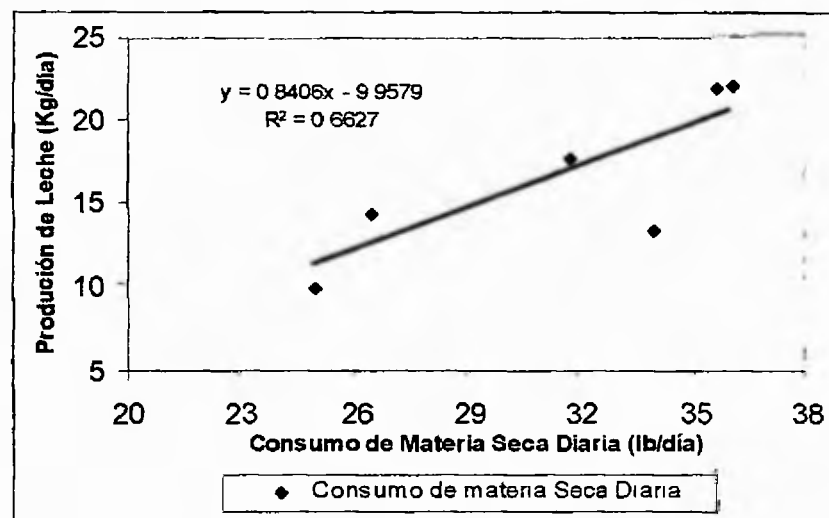
GRÁFICA No. 17.

Efecto del Consumo de Materia Seca Sobre la Producción de Leche en las Diferentes Fincas Evaluadas para la Raza Holstein de la Cuenca Lechera de Chiriquí.



GRÁFICA No. 18.

Efecto del Consumo de Materia Seca Sobre la Producción de Leche en las Diferentes Fincas Evaluadas para la Raza Pardo Suizo de la Cuenca Lechera de Chiriquí.



Pardo Suizo presentó diferencias significativas ($P < 0.001$) con respecto a las fincas evaluadas, es decir, que el consumo de estos ingredientes alimentarios en la dieta ofrecida fue diferente entre las fincas evaluadas (ver **Cuadro LII y LIII**).

El análisis de correlación genérica demuestra que la producción de leche para la raza Holstein y Pardo Suizo presentó una correlación positiva de 0.51 y 0.73 con el consumo de concentrado respectivamente; es decir, que un aumento principalmente en el consumo de concentrado en el sistema de alimentación produjo un aumento en la producción de leche. Igualmente, este ingrediente estuvo correlacionado con el aporte de proteína y energía neta lactacional con valores de 0.81 y 0.87 para la raza Holstein y 0.56 y 0.76 para la raza Pardo Suizo respectivamente (**Cuadro LIV, LV, LVI y LVII**). Esto se debió principalmente al alto aporte de la materia seca total brindado por el concentrado (hasta 56%) en la ración de los animales. El concentrado representó un ingrediente prioritario en la dieta de vacas en lactación, conforme al aporte de materia seca dado en la relación forraje : concentrado.

Cuadro LII. Análisis de varianza para el aporte diario de pasto y concentrado para vacas Holstein en lactación en diversos sistemas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.

F.V.	GL	Pasto Verde (lb)
Finca	5	22173.25**
Estado lactacional (días)	1	397 60 N.S
Parto	1	1173.04---
Residuo	1228	122.20
F.V.	GL	Concentrado (lb)
Finca	5	1548.88**
Estado lactacional (días)	1	0.4148 N. S.
Parto	1	0.0328 N.S.
Sistema de Alimentación	6	1249.59***
Residuo	1222	0.1981

N.S. (P>0.05) *** (P<0.001)

Cuadro LIII. Análisis de varianza para el aporte diario de pasto y concentrado para vacas Pardo Suizo en lactación en diversos sistemas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.

F.V.	GL	Pasto Verde (lb)
Finca	1	49145.84***
Estado lactacional (días)	1	582.21 N.S
Parto	1	3527.43***
Residuo	425	204.58
F.V.	GL	Concentrado (lb)
Finca	1	31.88**
Estado lactacional (días)	1	736.13 ***
Parto	1	14.36 ***
Sistema de Alimentación	4	592.26***
Residuo	421	

N.S. (P>0.05) *** (P<0.001)

Cuadro LIV. Correlaciones simples para el aporte diario de factores alimentarios y nutricionales en vacas Holstein en lactación en diversas fincas de producción lechera Grado A en la provincia de Chiriquí.

Factores Alimentarios y Nutricionales	Pasto (lb)	Concentrado (lb)	Materia Seca (lb)	Fibra Cruda (lb)	Proteína Cruda (g)	Energía Neta Lactacional (Mcal)	Calcio (g)	Fósforo (g)
Pasto (lb)	1	0.393	0.8046	0.6383	0.7919	0.7452	0.5359	-0.4056
Concentrado (lb)		1	0.7717	0.2220	0.8112	0.8698	0.6062	0.8568
Materia Seca (lb)			1	0.7008	0.8816	0.9721	0.5351	0.7590
Fibra Cruda (lb)				1	0.4039	0.5170	0.0162	0.1377
Proteína Cruda (g)					1	0.9319	0.8420	0.9403
Energía Neta Lactacional (Mcal)						1	0.6450	0.8716
Calcio(g)							1	0.9039
Fósforo(g)								1

El consumo de pasto para la raza Holstein mostró una correlación positiva de 0.80, 0.79 y 0.74 con respecto al consumo de materia seca, proteína y energía neta respectivamente, sin embargo, para la raza Pardo Suizo la correlación fue menor para los mismos factores alimentarios y nutricionales con valores de 0.43, 0.74 y 0.51 respectivamente, lo que sugiere que el pasto verde

4.4 Evaluación económica

Considerando los sistemas de alimentación evaluados en la investigación desde el punto de vista económico (costo e ingreso en la producción de leche), las respuestas productivas al costo de alimentación se observan en el **Cuadro LVIII y LIX**. Al comparar las fincas desde un mismo precio de leche recibido (B/.0.30) se observa que el mayor beneficio económico se presentó en el sistema 2 (finca 2) con un ingreso neto diario por vaca de B/. 7.30 debido principalmente a la alta producción de leche alcanzada en esta finca principalmente por la estratificación en el uso del concentrado, seguido por el sistema 8, 3 y 14 con beneficio neto por animal de B/. 5.70, 5.53 y 5.10 respectivamente. El menor beneficio económico se presentó en el sistema 14 (finca 5) debido principalmente a la baja producción de leche producida y utilización de ingredientes adicionales en la dieta por la escasa producción de forraje verde en las cuadras de pastoreo.

4.5. Composición química de la leche en las diferentes fincas y sistemas de alimentación evaluados en la cuenca lechera de la provincia de Chiriquí.

La composición bioquímica ha sido un campo fértil para el desarrollo de la industria y el comercio de los lácteos y derivados, destacándose la grasa, proteína, lactosa y los sólidos totales principalmente. En la actualidad, el pago de la leche al productor incluye entre otros factores, los componentes químicos de la grasa y proteína por su alto valor industrial y sobre todo por su contribución en la fabricación de los derivados lácteos (Phillips 2001),

A nivel del sistema de producción primario existe un número importante de restricciones biológicas para modificar la composición química de la leche. Como se ha demostrado (Bonaiti, 1985; Coulon y Lilas, 1988; Sutton, 1989; Coulon y Remond, 1991), la composición varía bajo el efecto conjunto de factores ligados al ambiente o al manejo (alimentación, estación del año, fotoperiodo, ordeño) y debido a factores genéticos y raciales, número y estado lactacional como parte de la contribución variativa por el animal. La alimentación juega un papel importante en la determinación de los valores de composición química de la leche, pudiendo provocar respuestas rápidas, aunque de manera diferente, sobre los contenidos de grasa y proteína (Schmidt y Van Vleck, 1974; Bath et al, 1986). Hoden et al, (1986) consideran también

Cuadro LVII. Producción diaria, componentes lácteos, precio recibido e ingresos diarios para los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Holstein en la Cuenca Lechera de la provincia de Chiriquí.

Sistema de Alimentación	Producción de Leche (Kg./v/día)	Grasa (%)	Proteína (%)	Precio/litro de leche (B/.)	Ingreso B./vaca/día	Costo B./vaca/día	Beneficio B./vaca/día
1	15.85	3.42	2.99	0.30	4.75	1.75	3.00
2	33.00	3.45	2.379	0.30	9.90	2.60	7.30
3	25.24	4.08	3.10	0.30	7.57	2.04	5.53
4	19.00	4.41	3.07	0.30	5.70	1.81	3.89
5	12.66	4.89	3.43	0.30	3.80	1.12	2.68
6	22.26	3.55	2.95	0.30	6.68	2.54	4.14
7	13.72	3.52	3.23	0.30	4.12	1.09	3.03
8	26.71	3.45	2.93	0.30	8.01	2.31	5.70
9	19.45	3.52	3.00	0.30	5.83	1.79	4.04
14	22.66	3.03	2.87	0.30	6.80	1.70	5.10
15	15.30	2.95	3.23	0.30	4.59	1.43	3.16
16	23.08	3.77	3.07	0.30	6.92	2.38	4.54

Parámetros a tomar en cuenta:

1. Producción de leche promedio de cada sistema evaluado.
2. Porcentaje de grasa promedio.
3. Porcentaje de proteína promedio.
4. Precio promedio por litro de leche producido.
5. Ingreso de leche diario producido por vaca.
6. Costo diario de alimentación por vaca.
7. Beneficio o ganancia diaria generado por vaca en los diferentes sistemas evaluados.

Cuadro LVIII. Producción diaria, componentes lácteos, precio recibido e ingresos diarios para los diferentes sistemas de alimentación evaluados para la raza Pardo Suizo en la Cuenca Lechera de la provincia de Chiriquí.

Sistema de Alimentación	Producción de Leche (Kg./v/día)	Grasa (%)	Proteína (%)	Precio/litro de leche (B/.)	Ingreso B./vaca/día	Costo B./vaca/día q	Beneficio B./vaca/día
6	22.00	3.12	3.19	0.30	6.60	2.54	4.06
7	14.27	3.73	3.38	0.30	4.28	1.09	3.19
10	21.92	2.16	2.82	0.30	6.58	2.09	4.49
11	17.60	2.73	2.89	0.30	5.25	1.77	3.48
12	13.27	3.39	3.18	0.30	3.98	1.88	2.10
13	9.86	4.06	3.41	0.30	2.96	1.32	1.64

Parámetros a tomar en cuenta:

1. Producción de leche promedio de cada sistema evaluado.
2. Porcentaje de grasa promedio.
3. Porcentaje de proteína promedio.
4. Precio promedio por litro de leche producido.
5. Ingreso de leche diario producido por vaca.
6. Costo diario de alimentación por vaca.
7. Beneficio o ganancia diaria generado por vaca en los diferentes sistemas evaluados.

que la alimentación puede provocar cambios importantes en la concentración de grasa pero no así sobre la proteína.

4.5.1. Grasa láctea:

El contenido de grasa en la leche de las vacas Holstein fue afectada por el estado lactacional ($P < 0.001$) y los sistemas de alimentación ($P < 0.001$). La grasa láctea para la raza Pardo Suizo presentó diferencias significativas con respecto a las fuentes de variación finca ($P < 0.01$), estado lactacional, partos y sistemas de alimentación ($P < 0.001$). Igualmente se presentó diferencias significativas ($P < 0.001$) para las variables fincas, estado lactacional, parto, raza, sistema de alimentación e interacción del parto por el estado lactacional al analizar las dos razas evaluadas en conjunto. En los **Cuadros XLI y XLII** se muestra el análisis de varianza para la variable grasa, proteína, sólidos totales, lactosa, urea, punto de congelación y pH en las fincas evaluadas para la raza Holstein y Pardo Suizo respectivamente. Se considera que la grasa láctea es uno de los componentes más variables dado la influencia de múltiples factores, tales como genética (Wilcox et al; 1978), alimentación (Miller, 1986; McCallough, 1968; Conrad, 1974); así como principalmente por la influencia de la fibra cruda en la ración (NRC, 1989) y la densidad energética (Chandler, 1979).

Las fincas que presentan información de la composición láctea para la raza Holstein fueron enumeradas como 1,2,3,4, 6 y 7, presentaron un contenido de grasa láctea entre 2.97 y 4.14% coincidiendo esto con una producción láctea de 16.90 y 23.69 Kg./vaca/día; igualmente, el contenido de sólidos totales para las fincas que presentaron la raza Pardo Suizo (3 y 5) tuvieron contenidos de grasa láctea de 3.56 y 3.46% para los niveles de producción de 16.44 y 13.21 Kg de leche/vaca/día respectivamente (**ver Cuadro XLIV y XLVII**). Según la comparación de medias por Duncan para la raza Holstein, el mayor porcentaje de grasa presentado en la finca 2 (4.14%) presentó diferencias altamente significativas con respecto a las demás fincas, pero con una menor magnitud con la fincas 7 (**anexo 2**). El menor porcentaje de grasa se presentó en la finca 6. La raza Pardo Suizo no presentó diferencias significativas ($P>0.05$) con respecto a los animales de la finca 3 y 5 (**anexo 5**); ni entre ambas razas respectivamente (**anexo 4**).

El alto porcentaje presentada en la finca 2 pudo reflejarse como consecuencia de la nutrición brindada a los animales y las buenas condiciones ambientales. Estos datos concuerdan con Thomas y Emery (1989), quienes señalan que las bajas temperaturas elevan el porcentaje de grasa y las altas disminuyen el mismo. Esto corrobora lo enunciado por Bath et al., (1986), quienes afirman que el porcentaje de grasa se relaciona con el potencial productivo, nutricional y ambiental. Según Larson (1985) y Ensminger (1993) las

vacas de la raza Holando americano-canadiense presentaron un promedio de grasa de 3.60%. Otros datos publicados de la raza Holstein según Bachman (1994) para el componente de grasa en la leche fue de 3.59%. Estos valores son muy cercanos a los encontrados en esta investigación con el promedio general de 3.53%; las fincas restantes presentaron valores normales en los porcentajes de grasa en la leche. Puede señalarse que a pesar de que las fincas proporcionaban hasta un 55% en concentrado en la ración de vacas de alta producción, las mismas no presentaron una baja considerable en el contenido de grasa, lo que concuerda con los señalamiento de Ronning y Laber, 1986 Ellos indican que aún las raciones formadas por un 70 % de concentrado mantenían una grasa normal en la leche. Estos resultados nos ayudan a comprobar que para obtener los mejores rendimientos, las vacas en producción no deben recibir más del 60 % de la materia seca total en forma de concentrado, o menos de un 40 % como forraje o alimentos groseros (Schmidt y Van Vleck, 1984). Normalmente, la administración de más de 60 % de concentrado tiende a reducir la producción total de leche, el porcentaje de grasa y provoca trastornos digestivos (NRC, 1978). Las raciones con 50% o más de forraje y al menos un 17% de fibra cruda producen buenas condiciones en el rumen y genera niveles aceptables de grasa láctea (Miller, 1986). Según Gagliostro y otros (2002), es posible modificar el equilibrio natural de los ácidos grasos (linolécicos conjugados) de la leche a través de una alimentación que maximice la participación de la pastura con una suplementación estratégica.

La finca 7 presentó el mayor porcentaje de fibra en la ración, la cual es conocida como un constituyente de la dieta que tiene efecto sobre la producción de ácidos grasos volátiles (acético y butírico) de los cuales proviene un 50% de la grasa de la leche que es sintetizada en la glándula mamaria (Chase y Linn, 1986). Al graficar el porcentaje de grasa por estado lactacional (semanas) se pudo observar que el menor porcentaje se dio cuando las vacas mostraron una mayor producción de leche (ver No. 19 y 20). Estos resultados concuerdan con Phillips (2001), indicando que al aumentar la producción de leche, baja el porcentaje de grasa quedando básicamente expresa una relación inversa en relación con la cantidad de leche producida. En la **gráfica No. 21** se puede observar que el aporte o consumo de fibra cruda en la ración no mostró mayor tendencia sobre el porcentaje de grasa en las fincas evaluadas. El mayor rendimiento diario de grasa se presentó en los sistemas de alimentación 2,3 (finca 2), 8 (finca 4) y 16 (finca 7) respectivamente, debido a que estos sistemas igualmente presentaron la mayor producción de leche cotejando a un buen contenido de grasa láctea.

En el **Cuadro XLIX** se presentan los rendimientos diarios de grasa, proteína y sólidos totales de los sistemas de alimentación evaluados en la Cuenca Lechera de Chiriquí. El mayor rendimiento diario de grasa se presentó en los sistemas de alimentación 2,3 (finca 2), 8 (finca 4) y 16 (finca 7)

respectivamente, debido a que estos sistemas igualmente presentaron la mayor producción de leche promedio de las fincas evaluadas (**gráfica No.22**).

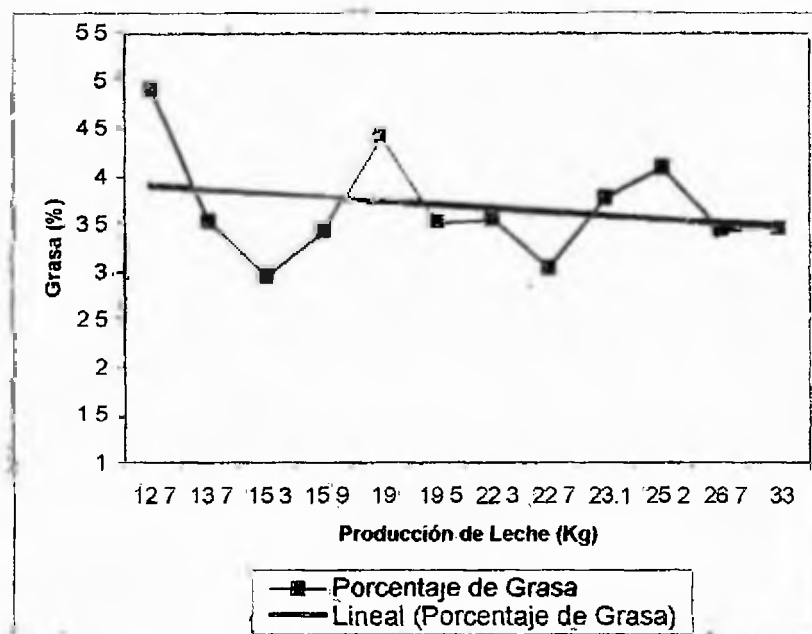
Al observar las correlaciones simples de los parámetros lácteos con la producción de leche, se puede señalar que todos los componentes (grasa, proteína y sólidos totales) presentaron valores de correlación negativa (ver Cuadros del 35 al 36). Normalmente, un incremento en la producción de leche va acompañado por una disminución en el porcentaje de los mismos. Según Linn (1989), existe una relación inversa entre la producción de leche y los constituyentes porcentuales de la leche; es decir cuando se produce más leche, el porcentaje de sólidos disminuye por un efecto de dilución. Igualmente se pudo observar que el contenido de sólidos totales presentó una alta correlación positiva con las variables grasa y proteína, es decir, que un aumento en los porcentajes de grasa y proteína incrementó el porcentaje de sólidos totales.

4.5.2 Proteína láctea:

El contenido de proteína en la leche para la raza Holstein fue afectado por el estado lactacional ($P < 0.001$) y el sistemas de alimentación ($P < 0.001$). La proteína láctea para la raza Pardo Suizo también fue afectada por el estado lactacional, número de partos y el sistema de alimentación. Dado que la proteína en la leche expresada, porcentualmente es dependiente de la naturaleza de la curva lactacional (Larson, 1974), se desprende que el estado

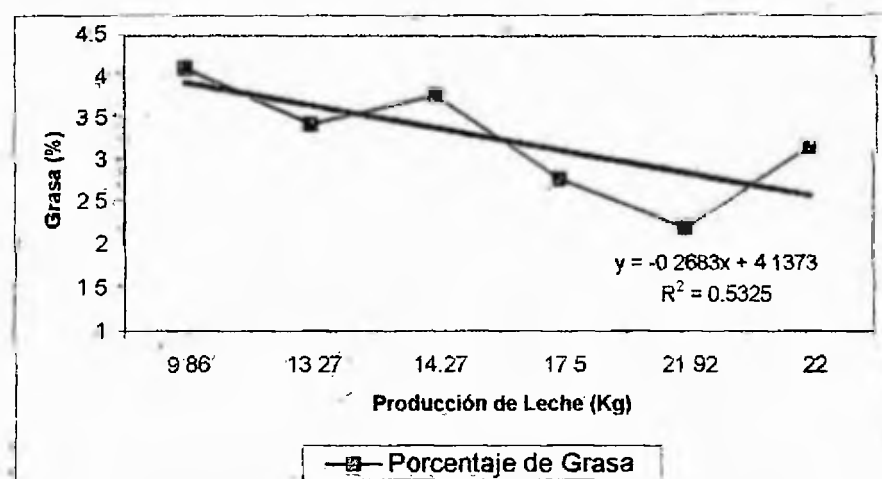
GRÁFICA No. 19.

Relación de la Producción de Leche (Kg/día) con el Contenido de Grasa (%) en los Diferentes Sistemas de Alimentación Evaluados para la Raza Holstein.



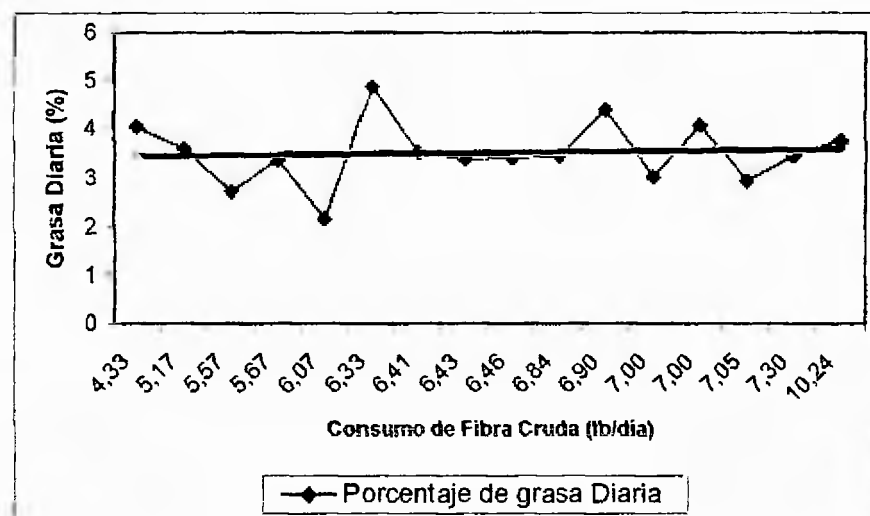
GRÁFICA No. 20.

Relación de la Producción de Leche (Kg/día) con el Contenido de Grasa (%) en los Diferentes Sistemas de Alimentación Evaluados para la Raza Pardo Suizo.



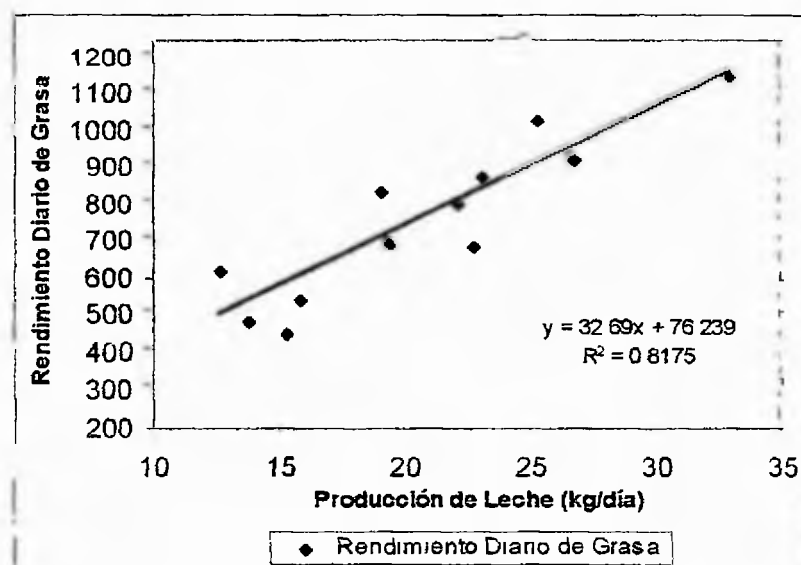
GRÁFICA No. 21.

Efecto del Consumo de Fibra Cruda Sobre el Porcentaje de Grasa Láctea en las Fincas Evaluadas en la Cuenca Lechera de Chiriquí.



GRÁFICA No.22.

Efecto de la Producción de Leche (Kg/día) en el Rendimiento Diario de Grasa en los Diferentes Sistemas de Alimentación Evaluados Para la Raza Holstein en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí.



actacional juega un papel variativo apreciable. La producción láctea también cambia con el número de partos incrementando su nivel en los primeros tres partos cuando la vaca tiene un desempeño reproductivo temprano (24-28 meses), y en consecuencia, el aumento de la producción de leche juega un papel influyente y/o determinante de la variación en su expresión propiamente (Schmidt y Van Vleck, 1974). Sobre este componente lácteo también se ha señalado que la alimentación influye en el nivel de proteína genérico (Miller, 1986) y desde luego el aspecto racial constituye un componente de variación apreciable (Wilcox et al, 1978).

Las fincas que incluyeron animales de la raza Holstein (1, 2, 3, 4, 6 y 7) presentaron un porcentaje de proteína cruda entre 2.96 y 3.15%; sin embargo, las fincas 3 y 5 que incluían animales de la raza Pardo Suizo presentaron valores de 3.33 y 3.19% respectivamente. Según la comparación de medias por Duncan para la raza Holstein, el mayor porcentaje de proteína de la finca 6 (3.15%) no presentó diferencias significativas ($P > 0.05$) con la finca 3, pero sí con el resto de las mismas (**anexo 2**). El menor porcentaje de proteína se presentó en las fincas 1 y 4; siendo la última la de menor contenido. La raza Pardo Suizo presentó diferencias significativas ($P < 0.01$) con respecto a los animales de la finca 3 y 5 (**anexo 5**), e igualmente entre ambas razas (**anexo 4**), presentando el mayor porcentaje en la raza Pardo Suizo.

En términos generales se puede mencionar que los menores porcentajes de proteína se produjeron en las fincas 4, 7 y 2 presentando las mayores producciones promedio de leche. Esto concuerda con Castle y Watkins (1988), quienes mencionan que las razas con altos rendimientos producen leche con menores contenidos en grasa y proteína, mientras que las vacas con bajos rendimientos alcanzan altos contenidos proteicos en la leche. El promedio general de proteína láctea indica que la finca 1 presentó uno de los menores porcentajes de la misma, debido posiblemente a que ella presentó un alto porcentaje de proteína y posible desbalance de proteína en la ración (ver **Cuadro XLIV**). Estos resultados concuerdan con Bachman (1994), quien indica que un excedente de aminoácidos en la glándula mamaria hace que algunos aminoácidos se vuelvan limitantes en términos de la producción de proteínas. Chase y Linn (1986), manifiestan que si un aminoácido no está presente en el sitio de la síntesis de la proteína en el momento oportuno, la falta de dicho aminoácido limita o evita la síntesis de la molécula entera de una proteína. Según Gallardo (1999), los bajos niveles de proteína en la leche puede estar relacionada con la baja eficiencia en la transformación del nitrógeno de la pastura en proteína a nivel ruminal (proteína microbiana), determinando una menor síntesis de caseína a nivel de la glándula mamaria y mayores pérdidas bajo la forma de urea en leche (Phillips, 2001). Excesivas cantidades de amonio absorbidas a través de las paredes del rumen han mostrado un catabolismo adicional de los aminoácidos absorbidos en vacas pastoreando forrajes de

calidad. En general, se observó que la magnitud del nitrógeno ureico en leche fue mayor a los niveles sugeridos como normales, lo que plantea una irregularidad asociada con el consumo de proteína, funcionamiento hepático y metabolismo nitrogenado en general incluyendo la biosíntesis proteica en el sistema mamario. Esto se corrobora con el aspecto proteico caracterizado por un balance genérico positivo en todos los sistemas de alimentación con excepción del sistema 2 (-108.02g), bordeando al mismo tiempo por un bajo consumo de carbohidratos estructurales como se puede observar en el **Cuadro XXXIV** en particular para la raza Holstein. Excesos o deficiencias de proteína en la dieta de una la vaca lechera afectan la producción óptima de este nutrimento. Las demás fincas presentaron valores intermedios de proteína en su composición láctea. Según Larson (1985), los rangos normales de proteína en la leche de vacas en producción puede estar del 2.9 al 3.5%. Igualmente, al observar las medias aritméticas de los componentes lácteos se puede señalar en términos generales que los porcentajes de proteína se encuentran dentro de los rangos normales de la composición de la leche en la vaca Bos taurus. Gallardo et al, (2001) manifiesta que a nivel mundial, y en diferentes sistemas de alimentación, se ha encontrado una baja respuesta de las dietas frente a cambios en la concentración de proteína láctea, lo que podría explicarse, al menos en parte, por la baja eficiencia de conversión del nitrógeno dietario en proteínas a nivel de la glándula mamaria, que sería del orden del 25 al 30%. Puede señalarse igualmente, que los menores porcentajes de proteína en la

finca 4, 7 y 2 fueron ocasionadas posiblemente por la mayor producción de leche alcanzada actuando esto como un factor de dilución de los componentes lácteos, lo cual coincide con los planteamientos de Schroeder, (1996).

Según Larson (1985) y Ensminger (1993) las vacas de la raza Holando americano-canadiense presentan un promedio de proteína de 3.25%. Estos valores son muy cercanos a los encontrados en esta investigación con un promedio general de 3.10% con un coeficiente de variación de 6.67 % y un R^2 de 0.71. Se observó que el menor porcentaje de la misma coincidió con la mayor producción de leche (gráficas No. **23 y 24**); esto debido al efecto de dilución lactacional.

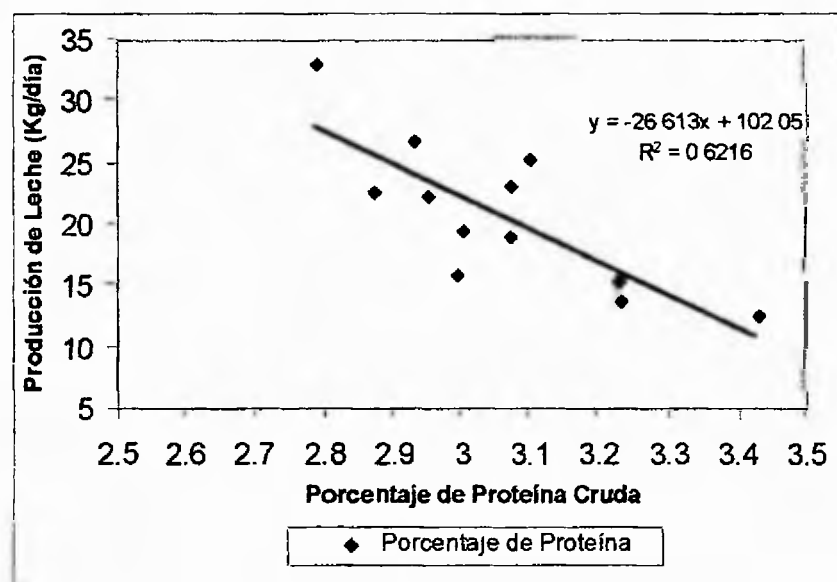
El mayor rendimiento diario de proteína se presentó en los sistemas de alimentación 2,3 (finca 2), 8 (finca 4) y 16 (finca 7) respectivamente, debido a que estos sistemas igualmente presentaron la mayor producción de leche promedio de las fincas evaluadas (**gráfica No. 25**).

4.5.3 Lactosa:

El contenido de lactosa para la raza Holstein fue afectada por la finca, sistema de alimentación, estado lactacional y número de partos ($P < 0.01$). Por otro lado, el contenido de lactosa para la raza Pardo Suizo fue afectado por el estado lactacional, partos y los sistemas de alimentación ($P < 0.01$). Igualmente,

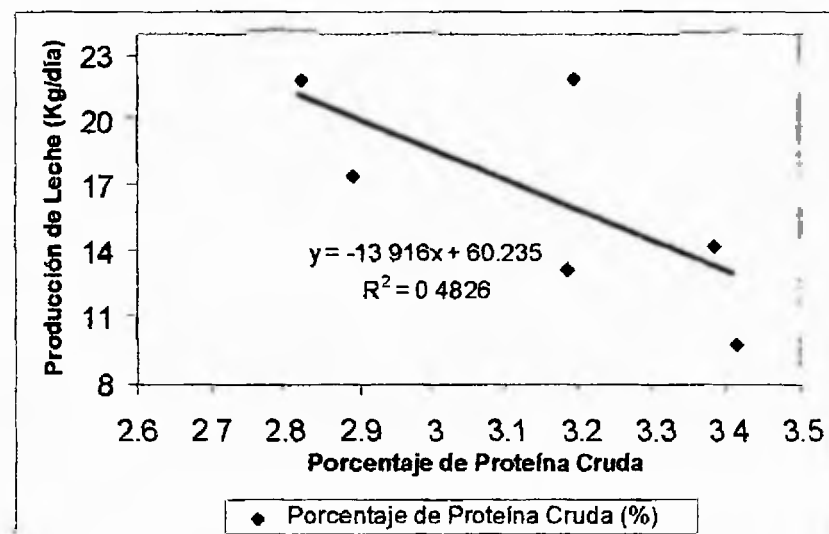
GRÁFICA No. 23.

Efecto de la Producción de Leche Sobre el Porcentaje de Proteína en los Diferentes Sistemas de Alimentación Evaluados Para la Raza Holstein.



GRÁFICA No. 24.

Efecto de la Producción de Leche en el Porcentaje de Proteína en los Diferentes Sistemas de Alimentación Evaluados Para la Raza Pardo Suizo.



se detectó contribución variativa de manera interaccional por el parto y estado lactacional en la raza Holstein y Pardo Suizo (**ver Cuadros del XLI al XLIII**).

El contenido de lactosa fue homogéneo en todos los sistemas de alimentación en la raza Holstein oscilando entre 4.20 y 4.58% como se puede ver en el **Cuadro XLV**. Este hallazgo coincide con los señalamientos sobre la lactosa como uno de los componentes más estables (Schmidt y Van Vleck 1974; Bath et al. 1986) dentro de la composición láctea. La raza Pardo Suizo presentó un contenido de lactosa entre 4.40 y 4.52% reflejando igualmente la similitud para los sistemas de alimentación que incluyen esta raza (1,2,3,4,5,6 y 7). Según la comparación de medias por Duncan para la raza Holstein, el mayor porcentaje de lactosa se observó en las fincas 4, 6 y 3 (4.49, 4.49 y 4.47% respectivamente) no presentando diferencias significativas ($P>0.05$), pero si con el resto de las fincas (**anexo 2**). La raza Pardo Suizo presentó diferencias significativas ($P<0.01$) con respecto a los animales de la finca 3 y 5 (**anexo 5**); e igualmente entre ambas razas (**anexo 4**), presentando el mayor porcentaje en la raza Pardo Suizo.

En términos generales, se pudo observar que el porcentaje de lactosa encontrada en los sistemas de alimentación presentó un rango normal (4.40 – 4.58%). Según (Keating y Rodríguez (1986), la lactosa es el componente que menor variación tiene en la composición de la leche en donde sus valores

porcentuales se encuentran entre 4.4 a 4.8%. Estos valores son muy cercanos a los encontrados en esta investigación con el promedio general de 4.44%.

No se observó que la producción láctea estuviera correlacionada con el contenido de lactosa en la raza Holstein ($r = 0.23$) y Pardo Suizo ($r = 0.13$, $P > 0.05$); sin embargo, se desprende que al aumentar la producción de leche con un sostenimiento del contenido de lactosa, el rendimiento de esta está aumentando a nivel de la síntesis emitiendo con ello el efecto de dilución del aumento de la producción de leche.

4.5.4 Sólidos totales:

El contenido de sólidos totales en leche para la raza Holstein fue afectado por el estado lactacional y el sistema de producción ($P < 0.001$), mientras que el sistema de alimentación lo afectó en menor grado ($P < 0.01$) y el número de partos no lo afectó propiamente (ver **Cuadro XLII**). Por otro lado, el **Cuadro XLII** para la raza Pardo Suizo, el contenido de sólidos totales fue afectado por la finca, el sistema de alimentación y el número de partos ($P < 0.001$) e incluso por el estado lactacional pero en menor magnitud ($P < 0.01$)

El análisis integrativo para el contenido sólidos totales en la leche incluyendo la raza Holstein y Pardo Suizo indicó que éste fue un factor variativo de relevancia con relación a la composición láctea ($P < 0.001$). De manera,

adicional, se detectó una interacción entre los partos y el estado lactacional ($P < 0.001$) como se observa en el **Cuadro XLIII**.

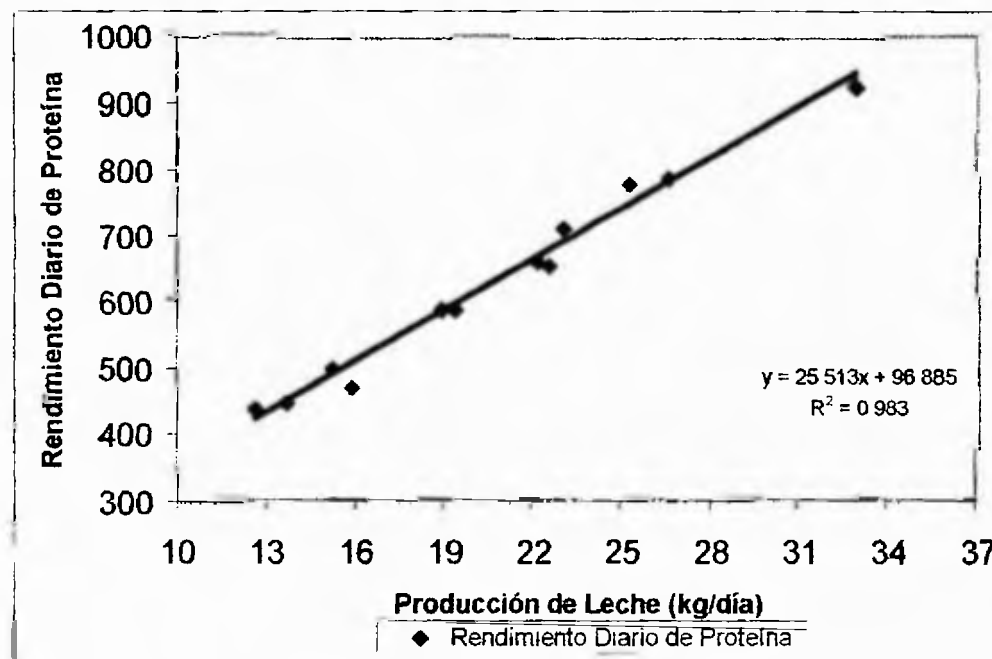
Las fincas que presentan información de la composición láctea para la raza Holstein fueron enumeradas como 1,2,3,4, 6 y 7, presentaron un contenido de sólidos totales entre 11.59 y 12.71% coincidiendo esto con una producción láctea de 16.90 y 23.69 Kg./vaca/día; igualmente, el contenido de sólidos totales para las fincas que presentaron la raza Pardo Suizo (3 y 5) tuvieron contenidos de sólidos totales de 12.74 y 12.17% para los niveles de producción de 16.44 y 13.21 Kg de leche/vaca/día respectivamente (ver **Cuadros XLIV, XLVII**). Según la comparación de medias por Duncan para la raza Holstein, el mayor porcentaje de sólidos totales se observó en la fincas 2 presentando diferencias significativas ($P < 0.01$) con el resto de las fincas (**anexo 2**), pero en menor magnitud con la finca 7. La raza Pardo Suizo presentó diferencias significativas ($P < 0.01$) con respecto a los animales de la finca 3 y 5 (**anexo 5**); e igualmente entre ambas razas (**anexo 4**), presentando el mayor porcentaje en la raza Pardo Suizo.

El contenido de sólidos totales aumentó con el aumento de la producción de leche según la media aritmética ajustada tal como se observa en el **Cuadro XLIV**. Es evidente, que el bajo contenido de sólidos totales en los sistemas y finca con una baja producción estuvo asociada con irregularidades nutricionales y alimentarias, mientras que el incremento de la producción de leche en

aquellos sistemas o fincas con raza holstein donde la nutrición y alimentación fueron mejor cotejo productivo del factor genético resultaron en un mayor contenido de sólidos totales en general (ver **gráfica No. 25 y 26**). Esto adversa en principio, la tesis de que el aumento de la producción de leche ocasiona una reducción en el contenido de sólidos totales y en sus integrantes, lo cual no ocurre si el plano nutricional y alimentario es conservado con relación al cumplimiento de los requerimientos nutricionales según NRC (1989) y Araúz (2000).

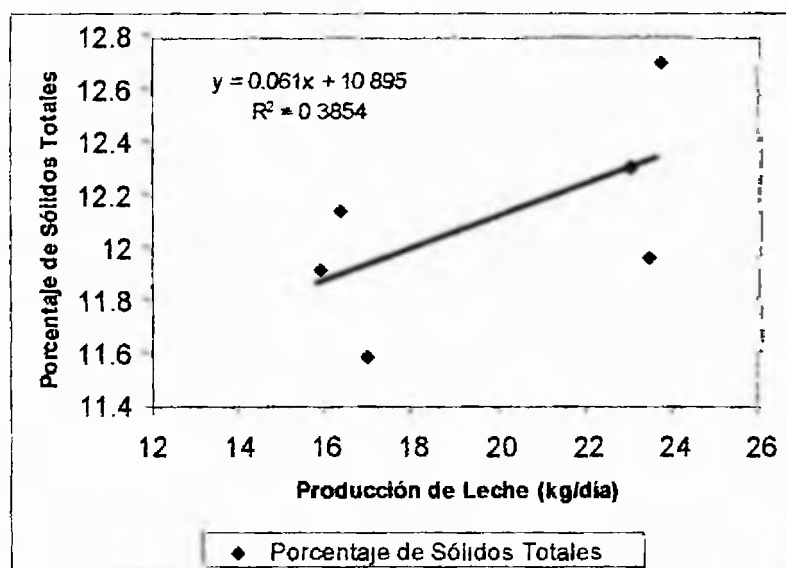
GRÁFICA No. 25.

Efecto de la Producción de Leche (Kg/día) en el Rendimiento Diario de Proteína en los Diferentes Sistemas de Alimentación Evaluados Para la Raza Holstein en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí.



GRÁFICA No. 26.

Efecto de la Producción de Leche (Kg/día) en el Porcentaje de Sólidos Totales en las Diferentes Fincas Evaluados Para la Raza Holstein en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí.



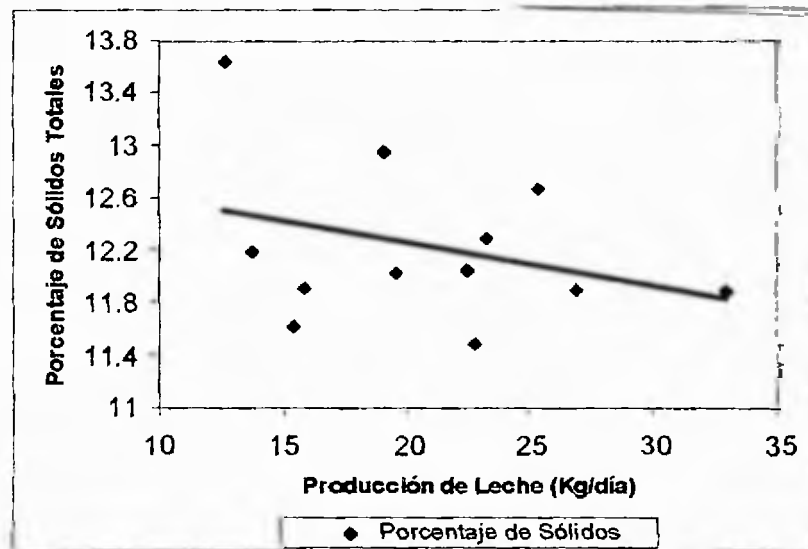
El contenido de sólidos totales en la leche procedente de la raza Holstein ajustado por el sistema de alimentación indicó una ligera tendencia inversa entre la magnitud de producción de leche y el contenido de sólidos lácteos. Esto es producto de las grandes diferencias alimentarias y nutricionales propias de los sistemas de alimentación evaluadas, donde se destacó aspectos como materia seca, fibra cruda, energía neta lactacional y proteína total (ver Cuadros XLIV y XLV). En los sistemas cuya producción láctea fue baja 12.66, 13.72, 15.30, y 15.85 el contenido de sólidos totales fue 13.64, 12.19, 11.62 y 11.92%; no obstante, aquellos sistemas de alimentación con una producción mediana de 19.00, 19.45, 22.26, 22.66 y 23.08 Kg/vaca/día presentaron un contenido de

sólidos lácteos de 12.96, 12.03, 12.05, 11.49 y 12.30%. Finalmente, cuando la producción láctea fue de alto nivel coincidiendo con 25.24, 26.71 y 33.00 Kg/vaca/día; los sólidos lácteos fueron 12.68, 11.91 y 11.88%. Se evidencia que cuando la producción de leche superó los 23 Kg./vaca/día, se produjo una ligera reducción de los sólidos lácteos totales, debido al efecto del factor de dilución lactacional (**gráfica No. 27**). El mismo comportamiento presentaron los animales de la raza Pardo Suizo donde una producción láctea baja de 9.86, 13.27 y 14.27 Kg presentaron un contenido de sólidos totales de 12.96, 12.05 y 12.86% sin embargo, las producciones lácteas medianas de 17.50, 21.92 y 22.00 Kg coincidieron con valores de sólidos totales de 11.25, 10.63 y 12.44% (**gráfica No. 28**).

En general, los sólidos lácteos totales presentaron una correlación negativa pero baja con el índice de la producción láctea diaria para la Holstein ($r = - 0.15$) y la Pardo Suizo ($r = - 0.32$) evidenciando que el contenido de sólidos lácteos estuvo más afectado por la magnitud lactacional en la Pardo Suizo, en principio debido a que esta raza posee de 8 a 11% mas sólidos totales en comparación con la raza Holstein. La media general de sólidos totales en leche por la raza Holstein y Pardo Suizo fue 12.10 y 12.30 % con una producción láctea referencial de 20.34 y 13.93 Kg/vaca/día.

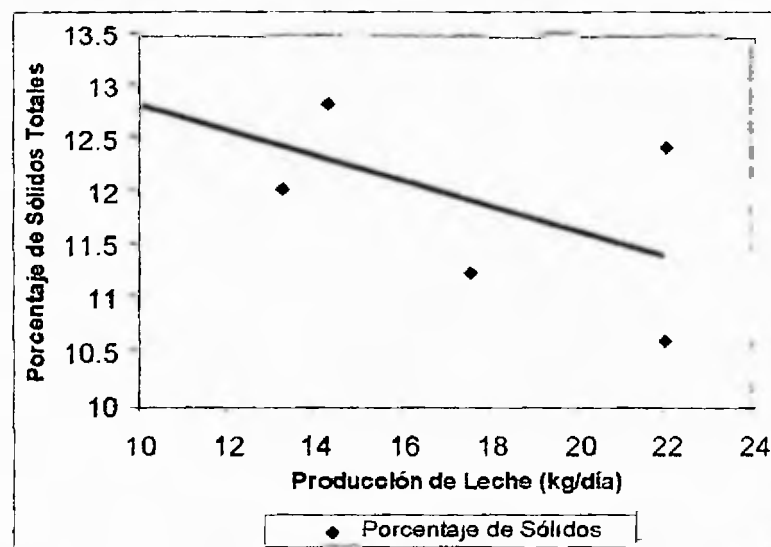
GRÁFICA No. 27.

Efecto de la Producción de Leche (Kg/día) en el Porcentaje de Sólidos Totales en los Diferentes Sistemas de Alimentación Evaluados Para la Raza Holstein en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí.



GRÁFICA No. 28.

Efecto de la Producción de Leche (Kg/día) en el Porcentaje de Sólidos Totales en los Diferentes Sistemas de Alimentación Evaluados para la Raza Pardo Suizo en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí.



El porcentaje de sólidos totales presentados en las fincas se encontraron dentro de los rangos normales de la composición de la leche. El mayor porcentaje de sólidos totales (grasa y proteína) se presentó en la finca 2, no obstante, las fincas 1,4 y 6 presentaron los menores porcentajes de sólidos totales, debido principalmente a los bajos contenidos de de proteína y grasa en los componentes de la leche.

El mayor rendimiento diario de sólidos totales se presentó en los sistemas de alimentación 2,3 (finca 2), 8 (finca 4) y 16 (finca 7) respectivamente, debido a que estos sistemas igualmente presentaron la mayor producción de leche promedio, así como los mayores rendimientos de grasa y proteína en la composición química láctea.

Hay que mencionar que los sólidos totales constituyen el parámetro más usado para realizar el pago de la leche, de tal manera que se debe buscar estrategias (manejo de alimentación, incluir razas con mayor sólidos, etc.) para mantener un porcentaje dentro del rango normal de exigencia sin descuidar los demás componentes lácteos (Davis, 1991).

4.5.5 Nitrógeno ureico en leche (NUL):

El contenido de urea en la leche para al raza Holstein fue afectado significativamente ($P < 0.001$) por todos los factores de variación involucrados;

pero con una mayor relevancia por el sistema de producción (finca), el estado lactacional y el número de partos. Por otro lado, en la raza Pardo Suizo, el contenido de urea en leche fue afectado por la finca, el estado lactacional y el número de partos ($P < 0.001$) e incluso por el sistema de alimentación pero en menor magnitud ($P < 0.05$) (ver **Cuadro XLII** y **XLII**).

El análisis integrativo para el contenido de urea en leche incluyendo la raza Holstein y Pardo Suizo indicó igualmente que este fue un factor variativo de importancia con relación a la composición láctea ($P < 0.001$). Igualmente, se detectó diferencias altamente significativamente ($P < 0.001$) con relación a la raza y la interacción del número de partos y el estado lactacional (ver **Cuadro XLIII**).

Las fincas que involucraron animales de la raza Holstein (1, 2, 3, 4, 6 y 7) presentaron un contenido de urea en leche entre 50.54 y 65.60 mg/dl. Es evidente, que el mayor contenido de urea que se produjo en la finca 1, se debió al excesivo balance positivo de proteína cruda que se encontraba en la ración de los animales (**Cuadro XLVI**). Igualmente, las fincas que incluyeron animales de la raza Pardo Suizo (3 y 5) presentaron un valor de urea en la leche de 63.23 y 54.53 mg/dl respectivamente (**Cuadro XLVII**).

Los rangos del contenido de urea para la raza Holstein de acuerdo al sistema de alimentación tuvieron entre 49.01 y 70.28 mg/dl; sin embargo, para

la raza Pardo Suizo tuvieron entre 45.00 y 63.37 mg/dl, excediendo todos estos valores al rango normal de urea en la leche (15 – 25 mg/dl). Se puede observar que el porcentaje de urea en la leche estuvo por encima del rango normal de urea en la leche; es probable que un mayor contenido de nitrógeno ureico halla sido el reflejo de un mayor nivel de proteínas no degradables que escapan de la degradación ruminal (Hayes et al, 1996) pero que sufren degradación y absorción intestinal, por lo que se concluye que este parámetro deberá ser analizado en próximas investigaciones. Hoft et al., (1997) reportó un contenido de urea en leche (MUN) de 12.6 mg/dl en ensayo con 125 vacas que consumieron 13 raciones balanceadas con diferentes relaciones de proteína y energía. Se ha encontrado que existe una alta correlación ($R^2 = 0.82$) entre el escape de N del rumen y el contenido de nitrógeno ureico en leche. Es probable que un mayor contenido de urea en leche sea el reflejo de un mayor nivel de proteína no degradables que escapan de la fermentación ruminal, tal como lo sugirieron Hayes et al, 1996. No obstante, el excedente de nitrógeno dietético produce una sobrecarga metabólica del hígado, por lo cual es posible incrementar los niveles de nitrógeno en sangre y leche y sobre todo cuando existe un balance energético negativo por razones de limitación dietética y/o de alto potencial biolactacional (Araúz, 2001).

El nitrógeno no solamente es uno de los componentes principales de la ración para vacas lecheras sino también es uno de los componentes más

costosos en términos económicos. Tanto su exceso como su deficiencia en la dieta diaria tienen repercusiones negativas sobre el comportamiento productivo de las vacas lecheras haciendo ineficientes los procesos digestivos, metabólicos y la síntesis de la leche (Wright et al., 1998). Varias publicaciones han mostrado relaciones entre los contenidos de urea en la leche y los niveles de proteína de la dieta, nivel energético de la ración o relaciones de proteína y energía (Lewis et al., 1957).

Wright et al., (1998) estudiaron los efectos de diferentes niveles de ingestión de proteína sobre la utilización del nitrógeno y los valores del nitrógeno ureico en leche (MUN), señalando una reducción en la eficiencia de la utilización del nitrógeno a medida que la cantidad de proteína ingerida aumentaba por encima de lo recomendado, es decir, que se produjo un incremento paralelo al aumentar la proteína en la dieta. La finalidad de la suplementación en vacas lecheras en pastoreo no sólo busca incrementar la proteína en leche, sino también disminuir la formación de urea y reducir las pérdidas de nitrógeno en orina y heces (Gallardo, 2000). Se puede manifestar que el exceso de proteína cruda en las raciones alimenticias pudo estar muy correlacionado con los altos valores de MUN encontrados en la leche.

La urea en leche ha sido un parámetro utilizado para monitorear la relación proteína – grasa en la ración, de tal forma, que el conocer su porcentaje en su composición nos ayudaría a tomar decisiones más precisas en

el balance de la ración. La mejor manera de evitar las pérdidas de nitrógeno es un balance nitrogenado adecuado en la dieta para acercarla lo más posible a las necesidades del animal (Samudio, 1997).

4.5.6 pH:

El pH de la leche es un indicador de acidez y alcalinidad; el cual es un parámetro utilizado para medir la calidad de la leche y se encuentra muy relacionado con el porcentaje de urea en la misma.

El pH de la leche para la raza Holstein fue afectado por el estado lactacional, la finca y el sistema de alimentación ($P < 0.001$); mientras que, en los animales de la raza Pardo Suizo si fue afectado ($P < 0.001$) por todos los factores variativos involucrados (ver **Cuadro XLI y XLII**). El análisis integrativo del pH de la leche incluyendo la raza Holstein y Pardo Suizo indicó diferencias altamente significativo ($P < 0.001$) para los factores de variación, partos, estado lactacional, interacción parto y estado lactacional y sistema de alimentación; mientras que, la raza en estudio la afectó en menor grado ($P < 0.01$) (**Cuadro XLIII**).

Las fincas que incluyeron animales de la raza Holstein (1, 2, 3, 4, 6 y 7) presentaron un pH entre 6.66 y 7.71; sin embargo, las fincas 3 y 5 que incluían animales de la raza Pardo Suizo presentaron valores de 7.09 y 8.33 meq respectivamente. El pH de la leche procedente de la raza Holstein ajustado por

el sistema de alimentación indicó una ligera tendencia directa con los niveles de urea presente en la misma. Esto es producto de los desbalances alimentarios y nutricionales de proteína cruda (excesos) en el 90% de los sistemas de alimentación evaluados. Los sistemas de alimentación procedente de la raza Holstein presentó un pH lácteo entre 6.12 y 8.15 meq; donde estos valores coincidieron con el mayor y menor nivel de urea encontrado en la leche con 49.01 y 70.28mg/dl respectivamente. Es evidente que la composición química básica (alcalina) de la urea refleja este aspecto en el contenido de la leche. Parecido comportamiento se observó en el pH de la leche procedente de la raza Pardo Suizo en donde el mismo osciló entre 6.07 y 8.51meq; donde el máximo valor coincidió con el mayor nivel de urea encontrado (63.37mg/dl). La media general del pH en la leche para la raza Holstein y Pardo Suizo fue de 6.92 y 7.37 meq, valores cercanos pero mayores al pH referencial encontrados como media general de la leche en 6.8 (Smitch y Van Vleck, 1978; Wattiaux y Homan 1999; Miller, 1986).

4.5.7 Densidad láctea:

La densidad de la leche es el parámetro que mide la proporción de sólidos disueltos en el agua. Según Wattiaux y Homan (1999) la densidad de la leche entera depende del contenido de grasa y proteína.

La densidad láctea para la raza Holstein fue afectada por el estado lactacional, número de partos, finca y sistemas de alimentación ($P < 0.001$); por otro lado, en la raza Pardo Suizo, la densidad láctea fue afectada con igual significancia ($P < 0.001$) por el estado lactacional y la finca evaluada (ver **Cuadro XLI y XLII**). El análisis integrativo de la densidad láctea incluyendo la raza Holstein y Pardo Suizo presentó diferencias ($P < 0.001$) con respecto a todos los factores variativos de relevancia, adicionándose el factor raza y la interacción del número de partos por el estado lactacional (**Cuadro XLIII**).

Las fincas que brindaron información para la raza Holstein (1, 2, 3, 4, 6 y 7) presentaron una densidad entre 1,029.53 y 1,031.17 mg/dl, sin embargo, las fincas 3 y 5 que incluían Pardo Suizo presentaron valores de 1,031.84 y 1,030.92 mg/dl respectivamente. Los valores lactodensimétricos procedentes de la raza Holstein y Pardo Suizo ajustados por el sistema de alimentación indicaron niveles muy parecidos (ver **Cuadro XLIV y XLVII**). Se puede observar que los valores de la densidad en la leche de las fincas evaluadas presentaron nivel normales y parecidos encontrados por Judkins y Keener (1978) con una media general de 1,032.00mg/dl, por lo que se puede decir que las muestras enviadas para su respectivo análisis son confiables y no ha sido objeto de adulteraciones, además, el material analizado para los aspectos físicos requeridos para su aceptación y procesamiento inicial a nivel de planta. La media general de la densidad láctea para la raza Holstein y Pardo Suizo fue

1,030.01 y 1,031.12 mg/dl respectivamente, lo cual correspondió al valor normal referencial de 1.028 a 1.032mg/dl (Miller, 1986).

4.5.8 Punto de congelación:

Por lo general, la leche se congela a un punto de temperatura menor que el agua. Los constituyentes solubles (lactosa y sales) determinan el punto de congelación y son los que hacen que esta sea menor que el del agua (Revilla 1999).

El punto de congelación de la leche para la raza Holstein fue afectada significativamente ($P < 0.001$) por el estado lactacional, el número de partos y la finca, mientras que el sistema de alimentación no lo afectó propiamente (ver **Cuadro XLI**). Por otro lado, en la raza Pardo Suizo, el punto de congelación fue afectado por el número de partos y el sistema de alimentación ($P < 0.001$), mientras que, la finca evaluada y el estado lactacional no lo afectaron propiamente (**Cuadro XLII**).

El análisis integrativo del punto de congelación de la leche incluyendo la raza Holstein y Pardo Suizo fue afectado por la finca ($P < 0.001$), mientras que, el número de partos, la interacción parto por estado lactacional y el sistema de alimentación lo afectaron en menor grado ($P < 0.01$).

Las fincas que incluyeron animales de la raza Holstein (1, 2, 3, 4, 6 y 7) presentaron temperaturas de congelación de la leche entre -0.490 y -0.559 °C; sin embargo, las fincas 3 y 5 que incluían animales de la raza Pardo Suizo presentaron temperaturas de -0.519 y -0.504 °C respectivamente.

Los puntos a la cual se congela la leche procedente de la raza Holstein y Pardo Suizo ajustados por el sistema de alimentación indicaron niveles muy parecidos (ver **Cuadro XLV y XLVIII**). Estos valores son muy similares a los encontrados por Miller (1986), con un promedio general de -0.500 °C.

La media general del punto de congelación para la raza Holstein y Pardo Suizo fue de -0.509 y -0.507 °C respectivamente. Igualmente podemos observar que las temperaturas para el punto de congelación de la leche en las fincas evaluadas se mantuvieron dentro de su rango normal.

Finalmente, se puede señalar que al evaluar los sistemas de alimentación empleados para vacas en producción en la Cuenca Lechera de la Provincia de Chiriquí, sobresalen en importancia los parámetros nutricionales y alimentarios, los cuales guardan una relación más estrecha con la producción láctea diaria ajustada por partos y estado lactacional tanto para la raza Holstein como la Pardo Suiza. Los perfiles plasmáticos y la composición láctea tiene una relevancia asociativa complementaria, las cuales deberán incluirse en general para futuras acciones científicas y técnicas tendientes al mejoramiento de la

eficiencia y productividad propiamente, en donde cada finca o unidad de producción presenta sus propias particularidades.

CONCLUSIONES

Los puntos más importantes a destacar en la presente investigación son:

- ↳ Se presentó una comprobada evidencia del impacto que ejerce la nutrición y alimentación sobre los sistemas de producción y composición de la leche en las fincas evaluadas.
- ↳ Se observó una relación directa entre la producción de leche y sus componentes, es decir, que las fincas que presentaron un mejor balance de nutrientes (fincas 2,4 y 7) igualmente obtuvieron los mayores rendimientos de leche y de sus componentes.
- ↳ Existe el potencial nutritivo en las dietas analizada para alcanzar mayores producciones de leche en las fincas de la Cuenca Lechera de nuestro país.
- ↳ Es prioritario realizar el ajuste alimentario y nutricional de la vaca lechera de acuerdo a las condiciones reales de cada finca y a los requerimientos nutricionales de los animales en lactación, con la finalidad de establecer lotes de alimentación en nuestros sistemas de producción.
- ↳ El promedio de producción de leche obtenidos en la finca 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 fue de 15.85, 23.70, 16.35, 23.39, 13.21, 16.90 y 23.08Kg de leche respectivamente; en donde el promedio general de las fincas evaluadas fue 18.61 Kg.

- ↪ El promedio de producción de leche obtenidos en los sistemas de alimentación 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14 y 15 evaluados fue de 15.85, 33.00, 25.24, 19.00, 12.66, 22.26, 13.72, 26.71, 19.45, 21.92, 17.50, 13.27, 9.86, 22.66, 15.30 y 23.08Kg de leche respectivamente.
- ↪ Las fincas que presentaron vacas de mayor peso corporal y mayor consumo de pasto (finca 2, 4 y 7); igualmente tuvieron los mayores promedios de producción de leche en las fincas evaluadas.
- ↪ Se observó una alta dependencia en el uso de concentrado en donde el mismo representó desde un 32% a 55% de la materia seca de las fincas evaluadas.
- ↪ El porcentaje de grasa promedio obtenidos en las fincas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 fue de 3.42, 4.14, 3.54, 3.48, 3.46, 2.97 y 3.77% respectivamente; en donde el promedio general fue de 3.53%. El 57% de las fincas evaluadas presentaron promedios de grasa por debajo de 3.50%
- ↪ El porcentaje de proteína promedio obtenidos en las fincas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 fue 2.99, 3.08, 3.21, 2.96, 3.19, 3.15 y 3.07% respectivamente; en donde el promedio general fue de 3.10%. El 29% de las fincas evaluadas presentaron promedios de proteína por debajo de 3.0%
- ↪ El porcentaje de sólidos totales promedios obtenidos en la finca 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 fue de 11.92, 12.71, 12.37, 11.97, 12.17, 11.59 y 12.30% respectivamente; en donde el promedio general fue de 12.15%. El

43% de las fincas evaluadas presentaron promedios de sólidos totales por debajo de 12.00%

- ↳ Las fincas que presentaron una mayor dependencia en el uso de concentrado en la dieta no necesariamente tuvieron los más bajos porcentajes de grasa en la leche
- ↳ Los mayores rendimientos de los principales componentes lácteos (grasa, proteína y sólidos totales) se obtuvieron igualmente en las fincas 2,4 y 7 respectivamente, debido principalmente a las mayores producciones de leche alcanzadas y buenos porcentajes de los mismos en la leche.
- ↳ La alimentación constituye una vía rápida y concreta no solo para aumentar significativamente la producción y rendimientos de sólidos sino para cambiar su composición química, en donde, el consumo de forraje de excelente calidad jugará el papel preponderante para alcanzar la máxima rentabilidad de la actividad lechera en nuestro país. El mayor impacto se logrará cuando se convierta la mayor cantidad posible de alimento barato (pasto) en leche.
- ↳ Bajo condiciones de pastoreo, en lo que alimentación respecta, la tecnología más adecuada para aumentar los niveles de sólidos útiles sigue siendo la suplementación estratégica.

- ↪ La suplementación estratégica debe aplicarse siguiendo el concepto de “balance de dietas”, el cual implica el ajuste de la alimentación en diferentes estaciones del año, principalmente de acuerdo a los excesos o déficit de nutrientes de la pastura cosechada por el animal y a las condiciones meteorológicas del ambiente.

- ↪ La pastura es el componente principal de la base alimenticia de la vaca lechera, la manipulación de la cantidad y tipo de nutrientes disponibles para el rumiante basados en el control del proceso de pastoreo, aparece como la vía tecnológica con mayor potencial de lograr cambios en la cantidad y calidad del producto obtenido sin variar en forma significativa los costos de producción.

RECOMENDACIONES

- ↳ Establecer el patrón de alimentación para la vaca lechera de acuerdo a las condiciones propias de cada finca y a la biología lactacional de los animales en producción.
- ↳ Realizar evaluaciones regulares de los componentes lácteos con la finalidad de ajustar nuestros sistemas de alimentación en la finca de producción de leche.
- ↳ Continuar con otros estudios relacionados al tema con el objetivo de tener un mejor conocimiento del comportamiento de la curva lactacional y de sus componentes en los sistemas de producción de leche en la Cuenca Lechera de Chiriquí.
- ↳ Efectuar análisis continuos de los ingredientes o componentes de nuestros sistemas de alimentación con el propósito de ajustar y balancear correctamente las raciones de los animales en producción.
- ↳ Realizar ajustes en el nivel de concentrado, número de lotes de animales en producción y mayor consumo de forraje (pastura, ensilaje, pasto de corte, etc.) con la finalidad de mejorar nuestros sistemas de alimentación y observar mejores picos de producción en la curva lactacional.
- ↳ Implementar ajustes en el nivel de concentrado, mayor consumo de forraje (pastura, ensilaje, pasto de corte, etc.) y dividir lotes en

producción; con la finalidad de mejorar nuestros sistemas de alimentación y lograr que se observen mejores picos de producción en la curva lactacional.

- ↳ Realizar próximas investigaciones en otras épocas del año con el objetivo de observar el balance de las raciones y la tendencia de la producción de leche y sus componentes.
- ↳ Continuar con la producción de leche como una de las actividades principales de la zona media-alta de la Provincia de Chiriquí, ya que los promedios de producción de leche encontrados en las fincas nos permite observar que existe el potencial genético y nutricional para alcanzar altos niveles de producción con un mejor énfasis en el manejo alimentario.
- ↳ Incentivar a nuestros productores a una mayor dependencia en la utilización y consumo del forraje, como la vía principal de mejorar nuestros sistemas de producción aunado al beneficio fisiológico ruminal en la digestión del rumiante.
- ↳ La intensificación de los sistemas de producción de leche, sin duda trae aparejada aumentos de costos, principalmente en el área de la alimentación. Sólo el correcto uso de los ingredientes que componen la dieta (en la que la pastura juega un rol fundamental) con miras a satisfacer los requerimientos nutricionales de los animales de alta

producción hará que la intensificación sea factible y los sistemas sean sustentables económicamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Agricultural Research Council (ARC). 1980. The Nutrient Requirement of Ruminant Livestock. Technical Review. Commonwealth Agricultural Research Bureau.
- Agricultural Research Council, 1965. The Nutrient Requirements of Farm Livestock. #2 Ruminants, London.
- Alais, Ch. 1981. Ciencia de la Leche. Principios de Técnica lechera. Editorial Continental, S.A. México, DF. Pág.590.
- Araúz, E. 1997. Nutrición y alimentación de Ganado Lechero en el Trópico. En: Curso de Ganadería de Leche. Zoot. 370. Departamento de Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias U.P.
- Araúz, E. 1999. Factores que Afectan la Producción Láctea en el Trópico. Departamento de Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá.
- Araúz, E. E.2004. Manual de Laboratorio, Prácticas y Referencias Especiales en Producción Lechera Tropical. Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá.
- Araúz, E. 2000. Ganadería de Leche Tropical. En: Curso de Maestría en Producción Animal. Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad de Panamá.
- Araúz, E. E. 1997. Situación General de la Producción de leche en Panamá. En. Curso de Ganadería de leche. Zoot. 370. Departamento de Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá.
- Armentano, L. 1999. Función Reproductiva de la vaca lechera. El Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo para la Industria Lechera. Universidad de Wiscounsín – Madison, Wiscounsín, USA.
- Astrup, H. ; Nedkvitne, J. 1987. Effects of Vitamin D Supplement on Cows and Sheep. Journal Agriculture Science. 1 Pág. : 87 – 95
- Avila, M 1983.Estrategia del Diagnóstico dinámico en las áreas de Trabajo. En caracterización y Evaluación de sistemas de fincas en producción de leche.

- Barranco, C. 2000. Interrelación de la Producción de Leche con el Desempeño Reproductivo Postpartum en Ganado Lechero Pardo Suizo en Condiciones Tecnológicas Grado A. Pág. 85
- Bath, D. Et al 1986. Ganado Lechero. Principios, Prácticas, Problemas y Beneficios. Traducido por Cortin, A. Primera edición en español. Editorial Nueva Interamericana. México D. F. Méx. Pág.541.
- Bauman, D. . Currier, W. 1980. Partitioning of Nutrients during Pregnancy and Lactation: A review of Mechanisms involving homeostasis and homeorhesis J – Dairy Science. 63:1514.
- Beal, M. ; Hopkins, B. ; Rakes, A. 1997. The effect of protein source and fiber level on milk yield and milk protein content.
- Beede, D, 1999. Nutricional Management of cow in transition. Michigan State University. Dep. of Animal Sci. Pág.3.
- Bell, A. ; Slepatis, R. ; Ehrhardt, R. 1995. Growth and Accretion of Energy and Protein in the Gravid Úterus During Late Pregnancy in Holstein Cows. Journal Dairy Science. 78: 1954 – 1961.
- Blaxter, K. L. 1967. The energy metabolism of Ruminants. Thomas, Spring Field, Illinois.
- Bollows, R. Short, R. 1994. Exercise y Induced – Parturition Effects on Dystocia and Rebreeding in Beef Cattle Journal Animal Science. 72 : 1667 – 1674.
- Britt, J. 1992 Reproductive efficiency in dairy cattle as related to nutrition and environment. Page 30 in Proc. Adv. Nutrition Seminary for Feed Prof. University of Wisconsin, Madison.
- Broderick, G. Satter, L 1970. Journal Dairy Science. 53 : 1714.
- Burroughs, W , Nelson, D. ; Mertens, D 1975. Journal Animal Science 41, 933 – 944.
- Butler, W. R. ; Smith, R. D. 1989. Interrelationships Between Energy Balance and Postpartum Reproductive Function in Dairy Castle. J. Dairy Science. Págs. 72 :767: 783 USA.
- Calvo, M. , Sánchez, L. , Pérez, M 1999. Proteínas de la Leche con funciones defensivas. Documento de Internet

- Caro-Costa, R. ; Chandler, V. 1976. Effect of four levels of concentrate feeding on milk production by Holstein cows grazing intensively managed tropical grass pastures. *Journal Agriculture University. Puerto Rico.* 5: 297.
- Carrasco, E. ; López, R. ; Martínez, O. ; Enriquez, A. 2000. Comparación entre el pasto Cuba CT- 115 (*Pennisetum purpureum*) y el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en la producción de leche bovina *Revista Cubana Ciencia Agrícola.* 34: 15 pág. 115-117.
- Castle, M. ; Thomas, T. 1975. The Water Intake of British Friesian Cows on Rations Containing Various Forage. *Animal Production.* 20: 181 – 189.
- Castle, M. Watkins, R. 1988. *Producción Lechera Moderna.* Editorial Acribia, Zaragoza, España Pág. 311.
- Chalupa, W. 1975. *Journal Dairy Science.* 58, 1198 – 1218.
- Chalupa, W. 1978. *Am. Chem. Soc. Symp. Nutr. Improve Food Protein, 1977.* Vol, 105, pp 473 – 496. Plenum Publ. Co., New York.
- Chandler, P. 1970. *Proc. Va. Feed Convention and Nutrition Conf.* pp 90.
- Chandler, P. 1996. Environmental Challenges as Related to Animal Agriculture – Dairy. In *Nutrient Management of Food Animals to Enhance and Protect the Environment* Press, Inc. Boca Raton, Fl. pp 7 –19.
- Chen, G. ; Russell, J. Sniffen, C. 1987. A Procedure for Measuring Peptides in Rumen Fluid and Evidence that Peptide Uptake can be a Rate – Limiting Step in Ruminal Protein Degradation. *Journal Dairy Science* 70: 1211 – 1219.
- Church, D. ; Pond, W 1987. *Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales.* Editorial Limusa. México, DF Pág. 438.
- Clark, J. ; Cameron, M. 1992. Microbial Protein Synthesis and Flows of Nitrogen Fractions to the Duodenum of Dairy Cows. *Journal Dairy Science.* 75: 2304 – 2323.
- Clark, J. , Davis, C. 1983. Future Improvement of Milk Production. Potencial for Nutritional Improvement. *Journal Animal Science* 57: 750- 764.
- Clarke, J.H: 1975. Lactational responses of post ruminal administration of protein and aminoacids. *Journal Dairy Science* 58. 1178 – 1197.
- Collier, R. 1983. Nutritional, Metabolic and Environmental aspects of lactation. Pág. 30

- Combs, A. 1980. The effect on food intake and milk production on adding concentrates to the ration of pasture- fed cows. *N Z.J. Agric. Res.* 13:616.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO). 1990. *Feeding Standards for Australian Livestock. Ruminants.* Victoria, Australia.
- Compabadal, C. Y Navarro, H. 1998. Alimentación de la Vaca en el periodo de transición. En *Sayanoticias.* – Octubre – diciembre. Págs. 5 - 12 .
- Conrad, H. ; Keuren R. Dehority, B. 1984. Top grazing high protein forages with lactating cows *Proc. Xv Intern. Grassl. Congress.* Pág. 690
- Coulon, J. ; Pradel, B. ; Cochard, T. ; Poutrel, B. 1998. Effect of Extreme Walking Conditions for Dairy Cow on Milk Yield, Chemical Composition, and Somatic Cell Count. *Journal Dairy Science.* 81 : 994 – 1003.
- Curtis, C. ; Erb, H. ; Sniffen, C. Smith, R. 1985. Path analysis of dry period nutrition, postpartum metabolic and reproductive disorders, and mastitis in Holstein cows. *Journal Dairy Science.* 68: 2347.
- Dado, R. ; Allen, M. 1994. Variation in and Relationships Among Feeding, Chewing and Drinking Variables for Lactating Cows. *Journal Dairy Science.* 77: 132 – 144.
- Davis, R. 1979. *La vaca lechera ; su cuidado y Explotación.* 1era Edición. México. Editorial Limusa, S.A. Pág.337.
- De Armas, R. 2001. *Endocrinología Animal Aplicada: En Curso de Maestría en Producción Animal.* Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá.
- De Ondarza, M. 2001. Haga que los Microbios Ruminales Sinteticen más Aminoácidos. *Hoard's Dairyman,* abril 2001. pp 293.
- Depies, K 1994 The effect of intensive rotational stocking on the nutrient utilization of lactating dairy cows. *MS. Thesis.* University of Wisconsin – Madison
- Deviroux, J. ; Ector, F. 1984. *Fisiopatología de la Gestación y Obstetricia veterinaria* – Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. Pág. 75.
- Elanco Animal Health. 1997. Clasificación de la Condición Corporal en Ganado Lechero. *AI 8513 (5/97).*

- Ensminger, M. 1980. Cow breeding, health and lifetime records, En: Dairy Cattle science the interstate printers and publishes. Inc. Danville, Illinois, USA 335 : 359
- Etgen, W. Y Reaves, P. 1990. Ganado Lechero. Administración y Alimentación. Editorial Limusa. México DF. Méx. Pág. 613.
- Ferguson, J. ; Galligan, DE. ; Thomson, N. 1994. Principal Descriptions of Body Condition Score in Holstein Cows. J. Dairy Sci. 77: 2695 – 2703.
- Fernández, E. 1997. Evaluación de la Situación Nutricional, Propuesta Alimentaria y Manejo en Vacas en Producción de una Explotación Lechera Especializada. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá.
- Fernández, L. 1993. Reproducción Aplicada en el Ganado Bovino Lechero. Editorial Trillas. México DF. Méx. Pág. 137.
- Grant, R. 1996. Maximizing feed intake for maximum milk production. Ned – Guide G90 – 1006. University of Nebraska, USA. Pág.6.
- Grummer, R. 1993. Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. Journal Dairy Science. 76:3882
- Guthrie, L. 1997. Journal Dairy Science 50:608
- Guthrie, L. 1997. Factors that influence milk fat tests. The University of Georgia College of Agricultural & Environmental Science. Extension Dairy Scientist.
- Guzmán, J. ; Moreno, J. 1979 Efecto de diferentes cargas sobre la composición botánica del pastizal con riego y fertilización. Resumen ACPA: 183.
- Haresing, W ; Cole, D 1988. Avances en nutrición de los ruminates. Zaragoza, España. Editorial Acribia, S.A. Pág. 4 – 16.
- Harkess, R. ; Battista, J. ; Dickson, I. 1972. A portable corral technique for measuring the effect of grazing intensity on yield, quality and intake of herbage. Journal Brit. Grassid. Soc. 27: 145.
- Harris, B; Bachman, K. 1995. Nutritional and Management Factors Affecting Solids – Not – Fat, Acidity and Freezing Point of Milk. University of Florida. Cooperative Extension Service.
- Hawkins, G. 1968. Sunbelt Dairyman. Feb.1968.

- Heinrichs, J. 1999. Nutrition of Dairy Cattle. Department of Dairy and animal science. University of Pennsylvania.
- Heinrichs, J. 1999. Nutrition of dairy Cattle. Department of Dairy and animal Science. University of Pennsylvania.
- Henderson, H. 1961. La Vaca lechera, alimentación y crianza Editorial UTEHA. Pág. 68.
- Hibbs, J. ; Conrad, H. 1983. The Relation of Calcium and Phosphorus Intake on Digestion and the Effects of Vitamin D Feeding on the Utilization of Calcium and Phosphorus by Lactating Dairy Cows. #1150. Ohio State Univesity
- Hibma, J. 2001. Usted Necesita Saber sus Ingresos Menos Costos de Alimentación. Hoard's Dairyman, mayo 2001. pp 368 – 369.
- Hodgson, H. ; Reed, O. 1980. Manual de Lechería para la América Tropical. Oficina de Industria lechera, Administración de Investigación Agrícola, Secretaría de Agricultura Publicación TC – 280. Washington, D.C. Pág.360.
- Holmes, C. W. y Wilson G: F. 1989. Producción de leche en Praderas Editorial Acribia S. A. Zaragoza, España. Pág 446.
- Holter, J. ; Urban, W. 1992. Water Partitioning and Intake in Dry and Lactating Holstein Cows. Journal Dairy Science. 75: 1472 – 1479.
- Horst, R. ; Goff, J. ; Reinhardt, T. 1994. Calcium y Vitamin D Metabolism in the Dairy Cow Journal Dairy Science. 77 . 1936 – 1951
- Howard, W. ; Wattiaux, M. 1999. Alimentos para vacas lecheras Sitio web: <http://babcock.cals.wisc.edu>. 6pp.
- Huber, J. ; Boman, R. 1966. Journal Dairy Science 49:816.
- Huber, J. Boman, R. 1966 Journal Dairy Science. 49 : 816
- Huber, T. 1975. Buffers in Ruminant Physiology and Metabolism. Church and Dwight Co. ; New York. pp 96 –106.
- Hurley, W. 1999. Milk Composition. Lactation Biology. Department of Animal Science. University of Illinois. ANSCI 308.
- Hurley, W. And Doane, R. 1989. Recent Developments in the roles of vitamins and minerals in reproduction. J. Dairy Sci.72 Págs 784 – 804.

- Hutjens, M. 2001. Balancee los Carbohidratos para Maximizar la Salud y Producción de Leche. Hoard's Dairyman. Junio 2001. pp 392.
- Hutjens, M. 2001. Calidad del Forraje en la Alimentación. Hoard's Dairyman, Universidad de Illinois. Noviembre 2001. pp 774.
- Hutjens, M. 1995. Strategies for Feeding Fat to dairy Cattle.
- Irigoyen, A; Ripio, G. (1995). Alimentación post-parto de la vaca lechera. Publicaciones, Pág. 16.
- Judkins, H ; Keener, H. ; 1978. La leche, su producción y procesos industriales. Editorial Continental, S.A México. Pág.494
- Keating, P. ; Rodríguez, H. 1986. Introducción a la Lactología. 1era Edición México. Editorial Limusa, S.A. p.p 15 – 26.
- Kellaway, R. ; Porta, S. 1993. In Feeding concentrates: supplements for dairy cattle. Daratech Pty LTD. 3/166 Wellington Parade, East Malbourne, Victoria 3002, Australia.
- Kertz, A. 2002. Podemos aprender de las proporciones y niveles de grasa y proteína. Hoard's Dairyman, Marzo 2002. Pág 220.
- Koeslag, J. 1994. Bovinos de Leche. Editorial Trillas. México Pág.110.
- Manual Merck de Veterinaria 1993 Publicada por Merck & Co ; Inc. Océano Centrum. Barcelona, España Pág.2090:
- Martín, P. 1982. Relaciones entre el contenido de nutrimento, digestibilidad y concentración de energía en gramíneas tropicales. Revista Cubana Ciencia Agrícola, 16: 153.
- Martín, R. 1992. Control de Mastitis Bovina en la Comunidad Autónoma de Madrid Agosto 1989 – Septiembre 1991. Tesis Doctoral Universidad Complutense de Madrid.
- Martinez, D. 1999. Los Bovinos Lecheros. Razas Bovinas. Misión Salesiana. Alumno de tercera división "A". Escuela Agrotécnica salesiana.
- Maynard, L. 1968. Nutrición Animal. Impresora y Litografía Azteca, S. A. México. Pág.530
- Mcdowell, R. 1967. Water Exchange of Cattle Under Heat Stress. Biometeorology 2:414.

- McDowell, R. 1972 Bases biológicas para la producción animal en zonas tropicales. Zaragoza. Editorial Acribia.
- McDowell, R. 1984. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Departamento de Ciencia Animal. Florida. Pág. 5 – 45.
- McIlroy, R. 1991 Introducción al cultivo de los pastos tropicales, Editorial Limusa. México.
- Mecer, Q 1999. Calcio y Fósforo en la Ganadería Sitio web: <http://www.rudavet.com.ar>.
- Mecer, Q. 1999. El magnesio en la Ganadería. [http //www.Rudavet com.ar](http://www.Rudavet.com.ar).
- Mellado, M. 1994. Producción de leche. Sistemas intensivos y de Doble Propósito. Universidad Autónoma Agraria Antonio narro. Buena Vista, Sattillo, México. Págs. 354 – 357.
- Miller, W. J. 1989. Nutrición alimentación del Ganado Vacuno Lechero. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España. Pág.459.
- Minson, D. 1967. The energy values and nutritive value index of Digitaria decumbens, Sorghum album and Phaseolus atropurpureus. Aust. Journal Agricultural Res. 17: 411.
- Moe, P. ; Flatt, ,W. 1969. Net Energy Value of Feestuffs for Lactation. Journal Dairy Science 52 : 928.
- Moe, P. ; Tyrrell, H. 1971. Energetics of body Tissue Mobilization. Journal Dairy Science. 54: 548.
- Moe, P. ; Tyrrell, H 1972. The Net Energy Value of Feeds for Lactation Journal Dairy Science 55 ; 945 – 958.
- Montgomery, M. 1968. Sunbelt Dairyman. August. 1968.
- Moore, J. ; Christie, W. 1981 Lipid metabolism in Ruminant Animals: 227 – 277 Ed.ww. Christie, Pergamon Press.
- Morrow, D. 1976. Hoard's Dairyman. 121, #12, pp 747.
- Muñoz, A 1999. Las leguminosas: Una alternativa cierta. Venezuela Bovina. <http://www.ppca.com>
- National Research Council (NRC) 1978. Nutrient Requeriment of Dairy Cattle Ed. Natl. Acad. Sci. Washington, D.C.

- National Research Council (NRC) 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press.
- National Research Council , 1981. Effect of Environment on Nutrient Requirements of Domestic Animals. Washington, D.C. National Academy Press.
- National Research Council. 1989. Requerimientos Nutricional para el Ganado Lechero Según Ajuste Bioenergético por Locomoción y Disipación Calórica sobre el Requerimiento Energético para el Mantenimiento en Condiciones de Termoneutralidad y Mínimo Esfuerzo Locomotor. Adaptado por Araúz, E (2001).
- Nicholson, M. 1999. Condición corporal en bovinos <http://www.envit> Com. Edu.
- Nickerson, T. 1960. Journal Dairy Science 43, 598.
- Núñez, A. 1999. Parámetros a considerar en la calidad de la leche. Documento de Internet.
- Ordanza, M 2000. Considere la consistencia cuando planee que dar de comer y cuando. Hoard's Dairyman- marzo.
- Orskou, E. R. 1990. Alimentación de los Rumiantes Principios y Prácticas Editorial Acribia S. A. España Pág.119.
- Overman, O. Garrett, O. 1939. Agr. Exp. Sta, Bull 457.
- Overton, T. ; Piepenbrink, M. 2001. Manejando el Metabolismo de sus Vacas Recién Paridas. Hoard's Dairyman, Universidad de Cornell. Julio 2001. pp 250.
- Perez Infante, F. 1975. Evaluación de pastos con vacas lecheras bajo condiciones de riego. Informe preliminar. Estación de Pastos Niña Bonita: 22.
- Perez Infante, F. 1976. Evaluación de especies de pastos en el territorio de Tunas con vacas lecheras en pastoreo. Informe preliminar. Resumen ACPA: 84.
- Piccioni, M. 1970. Diccionario de Alimentación Animal 3ra Edición Editorial Acribia Zaragoza, España. Pág.819.
- Powell, E. 1939 Journal Dairy Science 22, 453.

- Quiroz, R. Y De Gracia, M. 1983 Situación Mineral de Bovinos en pastoreo en el Distrito de Bugaba. Ciencias Agropecuarias. IDIAP, Panamá N° 4 Págs.29 – 41.
- Radloff, H. 1994. Adecuada alimentación de transición reduce los problemas metabólicos. En: Lechero Latino. Marzo / Abril 1994.
- Revilla, A. 1969. Tecnología de la Leche. Edición por Librería RTAC – EAP. Tegucigalpa, Honduras.
- Rezo, D. ; Ruiz, A. 1983. Requerimientos Nutricionales del Ganado. EN: Aspectos nutricionales en la producción de leche. CATLE Costa Rica Págs. 7 – 16.
- Rindsig, J. 1969. Journal Dairy Science 52: 1770.
- Ríos, S. 1997. Consideraciones sobre los Minerales y Formulaciones de Mezclas para el Ganado Bovino en Pastoreo. En: Programas de Actualización a especialistas IDIAP – MIDA. Divisa
- Robinson, P. ; Moorby, J. 2001. Más Consumo Antes del Parto = Más Producción de Leche. Hoard's Dairyman, mayo 2001 pp 374 – 375.
- Rogers, et al. 1985. Journal Dairy Science 68 : 646.
- Ronning and Laber. 1966 journal Dairy Science 49: 1080.
- Ronning, M ; Laben, R 1966. Journal Dairy Science. 49, 1080 – 1085.
- Rook, J. 1961 Brit. Journal Nutrition 15, 109.
- Ruiloba, H. 2000. Nutrición Animal Bovina. En: Curso Nutrición Animal Avanzada. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.
- Ruiz, R. ; Cairo, R. ; Martinez, R. 1981. Producción de leche con vacas en pasto Bermuda cruzada #1. Estructura del césped y potencial productivo Revista Cubana Ciencia Agrícola 15: 129.
- Russell, J. ; Van Soest, P. , Sniffen, C. 1992. A net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Cattle Diets : In Ruminant Fermentation. Journal Animal Science. 70: 3551 – 3561.
- Samudio, A. 1995. Las Vitaminas y su Importancia en la Producción Animal Pág.25

- Samudio, A. 1995. Variaciones Estacionales en el Contenido de Energía, Proteína y Minerales en Forrajes Tropicales y Efecto de la Energía en la Absorción de Minerales en Ganado Bovino. Pág. 32.
- Samudio, A. 1997. Nutrición y Alimentación Bovina. En: Curso Nutrición Animal. Departamento de Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá
- Scheaffer, C. ; Miller, D. ; Marten, G. 1990. Grass dominance and mixture yield and quality in perennial grass – alfalfa mixtures. J Prod Agric. 3:480.
- Schmidt, G. 1974. Biología de la Lactación. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- Schmidt, G. H, Van Vleck, L. D. 1976. Bases Científicas de la Producción Lechera Editorial, Acribia, España.
- Schmidt, G. Van Vleck, L. 1974. Principles of Dairy Science. Freeman, San Francisco, California.
- Schroeder, J. 1996 Feeding for milk Components and Profit. North Dakota State University. Extension Dairy Specialist.
- Schultz, L 1971. Journal Dairy Science. 54, pp 962 – 973.
- Schultz, L. 1969. Feed Manage. 20 #2, pp 24 –27.
- Staples, C. ; Thatcher, W. ; Clark, J. 1990. Relationship between ovarian activity and energy status during the early postpartum period of the high producing dairy cow. Journal Dairy Science. 76: 2931
- Stobbs, T. 1975. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. Tropical Grassid. 9:151.
- Stokes, S. ; Jordan, E. 1999. Managing Milk Composition: Normal Sources of Variation. Extension Dairy Specialist. The Texas A & M University System.
- Swanson, E. W and Hinton. S. A. 1964. Journal Dairy Science. Págs. 47, 267 – 272.
- Thomas and Emery. 1969. Journal Dairy Science 52. 60
- Tyrrell, H. , Reid, J. 1965. Prediction of the Energy Value of Cow's Milk. Journal Dairy Science. 48: 1215 – 1223.
- Van Soest, P. 1963. Journal Dairy Science 46, 204.

- Vidart, D. 1999. Artículo de Tecnología Como interpretar un análisis nutricional Estudio Ledesma Arocena y Asoc
- Vieyra, J. 1999. Necesidad del Fósforo en la Ganadería. [http// www.rudavet.com](http://www.rudavet.com)
- Virtanen, A. 1966. Journal Dairy Science 153, 1603.
- Waldner, D.; Looper, M. 1999. Managing Milk Composition Normal Sources of Variation. Extension Dairy Specialist. Oklahoma State University.
- Wattiaux, M. ; Homan, E. 1999. Composición de la Leche. Instituto Babcock, Universidad de Wisconsin p.p. 15 – 26.
- Wattiaux, M. 1999. Alimentación del Ganado Lechero. Sitio web: [http//Babcock.cals.wisc.edu](http://Babcock.cals.wisc.edu).
- Wattiaux, M. 1999. Producción de Leche en la Glándula Mamaria. Universidad de Wisconsin. Sitio Web: <http://Babcock.Cals.Wisc.edu>.
- Welch, J. ; Palmer, R. ; Bueche, A. ; Murphy, W 1990. Balancing rations (protein) for dairy cattle on pasture in Proc. Dairy Feeding Systems Symposium. Northeastern Regional Agricultural Engineering Service. Harrisburg. PA.. Pág. 223
- West, G. 1991. Enciclopedia de Veterinaria. Editorial Latros Barcelona, España
- West, J. 2001. Altere las Raciones de Acuerdo con la Fase de Lactancia. Hoard's Dairyman, noviembre 2001. pp 777
- Whittemore, C 1984 Lactación de la Vaca Lechera. Compañía Editorial Continental S.A de C.V. México.
- Wildman, E. ; Jones, G ; Wagner, P.; Boman, R. ; Trout, H. ; and Lesh, T. 1982. A Dairy Cow Body Condition Scoring System and its Relationship to selected Production Variables in hig Producing Holstein Dairy Cattle. J. Dairy Sci. 65 : 495
- Williams, C ; Oltenacu, P ; Sniffen, C. 1989 Journal Dairy Science 65 : 495.
- Zorrilla, J. Y Mcdowell, L. 1987. Suplementación Mineral del Ganado en Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) Pág. 10.

ANEXOS

Anexo 1.

Medidas de las características alimentarias y nutricionales para los sistemas de producción en siete (7) fincas lecheras de la provincia de Chiriquí.

Sistema	Finca	Rango de Prod. Kg./v/d	CMS (lb/v/día)	CFC g/v/día	CPC g/v/día	CENL Mcal/v/día	CCa g/v/día	CFos g/v/día	PMSF %	PMSC %	CPENL Kg./v/día	DPMIN Kg.
1	1	10-30	42.30	6.46	3,932	35.38	312.00	118.00	49.70	50.30	34.61	24.61
2	2	30-36	45.63	7.30	3,432	37.91	169.00	109.00	44.05	56.00	38.28	7.27
3	2	22-30	40.21	7.00	3,033	32.94	135.00	90.00	50.00	50.00	31.07	6.07
4	2	16-22	38.29	6.92	2,091	31.29	126.00	83.00	52.50	47.50	28.68	8.68
5	2	10-15	29.84	6.34	2,315	23.29	80.00	54.00	67.40	32.60	17.09	3.09
6	3	20-30	34.64	5.67	3,000	30.75	146.00	75.00	44.90	55.10	27.90	7.90
7	3	10-20	24.81	5.15	2,088	20.44	85.00	46.00	62.90	37.10	12.96	2.96
8	4	23-34	43.29	6.83	3,555	36.30	179.00	103.00	45.00	55.00	35.22	13.22
9	4	14-23	36.78	6.39	3,096	30.15	142.00	81.00	53.00	47.00	26.30	12.30
10	5	20-25	33.82	5.58	1,820	26.42	138.00	78.00	45.00	55.00	22.35	2.35
11	5	15-20	29.94	5.05	1,575	23.12	118.00	58.00	46.00	54.00	17.57	2.56
12	5	12-15	32.13	5.95	1,598	23.95	115.00	57.00	53.00	47.00	18.77	6.77
13	5	7-11	25.32	4.27	1,372	19.36	96.00	46.00	51.00	49.00	12.12	3.12
14	6	20-27	37.74	7.12	2,715	30.36	111.00	72.00	60.50	39.50	28.06	8.05
15	6	13-20	36.60	7.11	2,524	29.23	105.00	71.00				
16	7	15-40	43.13	10.22	3,314	33.74	162.00	85.00				

En donde

CMS = Consumo de Materia Seca
 CFC = Consumo de Fibra Cruda
 CPC = Consumo de Proteína Cruda
 CENL = Consumo de Energía Neta Lactacional
 Cca = Consumo de Calcio
 Cfos = Consumo de Fósforo
 PMSF = Porcentaje de Forraje en la Materia Seca
 PMSC = Porcentaje del Concentrado en la Materia Seca

PLENL = Porcentaje Lechero para la Energía Lactacional
 DPMIN = Diferencial de Producción de Leche Mínima
 DPMAX = Diferencial de Producción de Leche Máxima

Anexo 2. Comparación de Medias Según Duncan Para los Diferentes Parámetros Lactacionales Analizados para la Raza Holstein en las Fincas de la Cuenca Lechera de Chiriquí con sus Respectivas Significancias.

Finca	Concentrado (lb/día)	Producción de Leche (kg/día)	Sólidos Totales (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)
1	22.00 b	15.85 c	11.92 d	3.42 c	2.99 c	4.42 b
2	21.18 c	23.69 a	12.71 a	4.14 a	3.08 b	4.42 b
3	13.02 f	16.30 b	12.15 c	3.53 c	3.14 a	4.47 a
4	22.63 a	23.39 a	11.97 c	3.48 c	2.96 c	4.49 a
6	15.22 e	16.90 b	11.59 e	2.97 d	3.15 a	4.49 a
7	20.00 d	23.08 a	12.30 b	3.77 b	3.07 b	4.40 b

Medias con una misma letra no son diferentes significativamente ($P > 0.05$).

Medias con diferente letra son diferentes significativamente ($P < 0.01$).

Anexo 3. Cuadrados Medios y su Significancia Para los Contrastes Analizados Según el Nivel de Producción de Leche y la Raza Evaluada en Siete Fincas de la Provincia de Chiriquí.

Contraste	Producción de Leche (kg/día)	Sólidos Totales (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)
P. Leche Alta vs P. Leche Baja	2967.65 ***	51.77 ***	32.07 ***	0.19 *	0.11 *
Holstein vs Pardo Suizo	286.24 ***	10.72 ***	0.89 n.s.	0.004	0.003

*** Altamente significativo ($P < 0.0001$).

n.s. No significativo ($P > 0.05$).

* Significativo ($P < 0.05 > 0.01$)

Anexo 4. Comparación de Medias Según Duncan para los Diferentes Parámetros Lactacionales Analizados Según la Raza en las Fincas de la Cuenca Lechera de Chiriquí con sus Respectivas Significancias.

Raza	Producción de Leche (kg/día)	Sólidos Totales (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)
Holstein	20.24 a	12.10 b	3.55 a	3.06 b	4.44 b
Pardo Suizo	13.93 b	12.30 a	3.48 a	3.22 a	4.53 a

**Medias con una misma letra no son diferentes significativamente ($P > 0.05$).
Medias con diferente letra son diferentes significativamente ($P < 0.01$).**

Anexo 5. Comparación de Medias Según Duncan Para los Diferentes Parámetros Lactacionales Analizados para la Raza Pardo Suizo en las Fincas de la Cuenca Lechera de Chiriquí con sus Respectivas Significancias.

Finca	Concentrado (lb/día)	Producción de Leche (kg/día)	Sólidos Totales (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)
3	12.81 b	16.44 a	12.74 a	3.56 a	3.33 a	4.61 a
5	13.23 a	13.21 b	12.17 b	3.46 a	3.15 b	4.61 b

Medias con una misma letra no son diferentes significativamente ($P > 0.05$).

Medias con diferente letra son diferentes significativamente ($P < 0.01$).